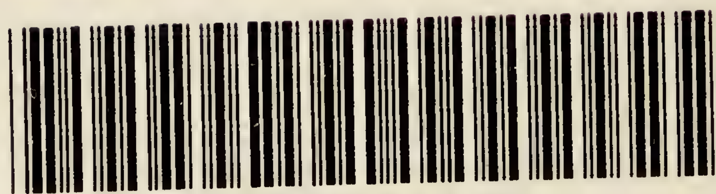
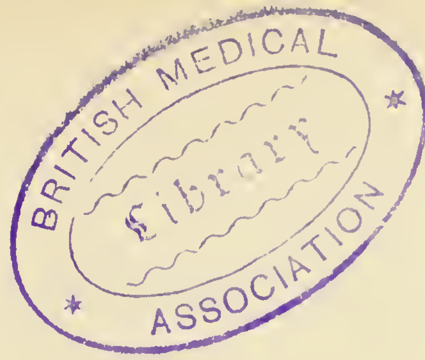



BRITISH MEDICAL
CANCELLED
ASSOCIATION



LEHRBUCH

DER

HISTOLOGIE DES MENSCHEN

EINSCHLIESSLICH DER

MIKROSKOPISCHEN TECHNIK.

LEHRBUCH

DER

HISTOLOGIE DES MENSCHEN

EINSCHLIESSLICH DER

MIKROSKOPISCHEN TECHNIK

VON

A. A. BÖHM
PROSEKTOR

UND

M. VON DAVIDOFF
VORMALS ASSISTENT

AM ANATOMISCHEN INSTITUT ZU MÜNCHEN.

ZWEITE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

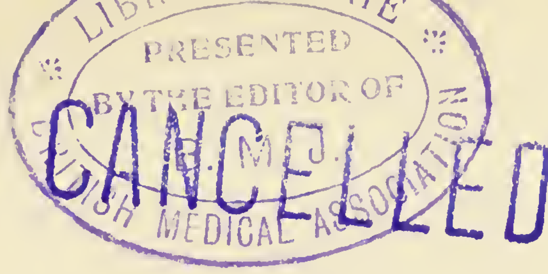
MIT 251 ABBILDUNGEN.

WIESBADEN

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1898.

Druck der kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

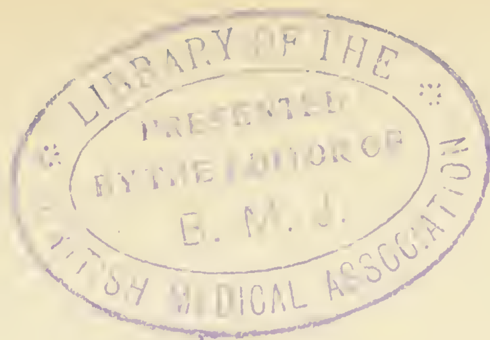


IHREM LEHRER

HERRN

PROFESSOR C. VON KUPFFER

DIE DANKBAREN AUTOREN.



Vorwort zur ersten Auflage.

Beim Verfassen des vorliegenden Lehrbuches hatten wir die Absicht, die Vorlesungen und Kurse der Histologie, wie sie in München den Studirenden geboten werden, inhaltlich wiederzugeben und zwar sowohl nach der theoretischen wie technischen Seite.

Bei dieser Arbeit sind wir von Herrn Professor von Kupffer fortlaufend in sachlicher wie formeller Hinsicht unterstützt worden und sagen demselben dafür auch an dieser Stelle unseren Dank.

Die Abbildungen sind grösstentheils nach Präparaten der Sammlung des hiesigen histologischen Laboratoriums entworfen worden. Für andere Präparate, die wir dazu benutzen durften, sind wir den Herren Privatdozenten Dr. J. A. Amann, Dr. H. F. Müller, Professor Dr. N. Rüdinger sowie Dr. A. Scheibe zu Dank verpflichtet.

Wir haben es für richtig gehalten, bestehende Kontroversen nicht zu verschleiern und dem Anfänger nicht als sicheres Wissen zu bieten, was noch künftiger Entscheidung harrt.

Herrn Dr. L. Neumayer danken wir für die liebenswürdige Anfertigung der beiden Register.

Der Herr Verleger hat uns durchweg das grösste Entgegenkommen gezeigt. Ihm sei daher für seine Generosität unser letzter, aber nicht geringster Dank ausgesprochen.

München, Oktober 1894.

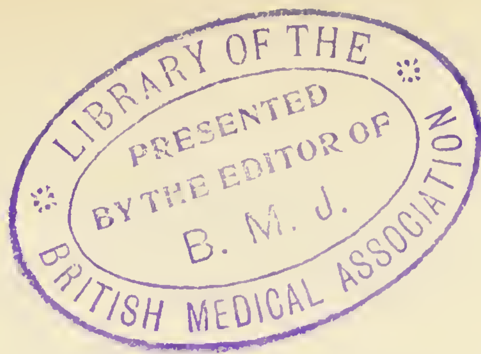
A. A. Böhm. M. v. Davidoff.

Vorwort zur zweiten Auflage.

In der vorliegenden zweiten Auflage unseres „Lehrbuches der Histologie des Menschen einschiesslich der mikroskopischen Technik“ ist die Disposition des Stoffes dieselbe geblieben. Dagegen fanden an zahlreichen Stellen die Resultate neuerer Untersuchungen Berücksichtigung; auch wurden die Zeichnungen 76, 96, 162, 184, 185, 189, 190, 192, 197, 200 und 207 eingefügt. Mit der Revision des Textes wurde zugleich der Baseler Nomenklatur (N.) entsprechende Berücksichtigung zu teil.

Dezember 1897.

A. A. Böhm. M. v. Davidoff.



Inhaltsverzeichniss.

Spezieller Theil.

Einführung in die mikroskopische Technik.

I. Das Mikroskop und seine Hilfsapparate.

Es liegt nicht im Rahmen dieses Buches, eine ausführliche Schilderung des Mikroskops und seiner Nebenapparate zu geben. Wenn wir trotzdem einige Bemerkungen hierüber folgen lassen, so geschieht dies hauptsächlich deswegen, um die Gegenstände, mit welchen der Anfänger zu arbeiten hat, anzuführen und zu benennen, und hiermit eine Verständigung zwischen ihm und seinem Lehrer von vorneherein anzubahnen. Genaueres über die Theorie des Mikroskopes findet man z. B. in den Werken von Dippel und A. Zimmermann.

1. Zur Untersuchung histologischer Objekte bedient man sich des Mikroskops, das mit Hilfe seiner optischen Apparate die Objekte vergrössert. Hierbei genügen „einfache“ Mikroskope, die man auch Loupen nennt, nicht; man muss seine Zuflucht zu einem „zusammengesetzten“ Mikroskope nehmen, das eine Kombination von mehreren Linsensystemen enthält. Je nach Bedarf kann man diese Systeme wechseln und dadurch die durch das Mikroskop gelieferten Vergrösserungen des Bildes ändern. Der übrige Theil des Instrumentes besteht aus einem fest zusammengefügten Apparate, den man im Ganzen als Stativ bezeichnet: unten ruht das letztere auf einer Fussplatte, die fest auf dem Mikroskopirtisch stehen muss; an dem Fusse ist die Säule und an der letzteren die übrigen Theile des Mikroskopes befestigt, die von unten nach oben gezählt, 1. aus einem beweglichen Spiegel, 2. aus einem Objekttisch und 3. aus dem Tubus bestehen. Die eine Seite der Spiegelplatte ist meist konkav und dient dazu, die Lichtstrahlen gegen eine sich im Objekttische befindliche Oeffnung zu konzentriren; ein an der anderen Seite der Spiegelplatte angebrachter Planspiegel wird seltener verwendet. Will man Objekte bei auffallendem Lichte beobachten, so stellt man den Spiegel derart, dass die reflektirten Strahlen nicht in die Oeffnung des Objekttisches fallen.

2. Auf dem Objekttische, über der Oeffnung befindet sich das zu betrachtende Objekt. Ist dasselbe viel kleiner wie die Oeffnung, so kann man die letztere durch Blendvorrichtungen verkleinern. Bei den neueren Instrumenten sind diese Blenden entweder durchlöcherte Scheiben, welche man in die Oeffnung des Objekttisches einsetzt, oder es ist eine grössere mit mehreren Löchern von verschiedenen Kalibern versehene Scheibe, welche an der Unterfläche des Objekttisches derart befestigt ist, dass durch eine Drehung derselben ihre Oeffnungen in die Mitte der Objekttischöffnung nacheinander gebracht und beliebig gewechselt werden können.

Eine Blende anderer Konstruktion ist die sogenannte Irisblende. Sie bietet keine genauen Kreise, ist aber insofern sehr bequem, als ihre Oeffnung

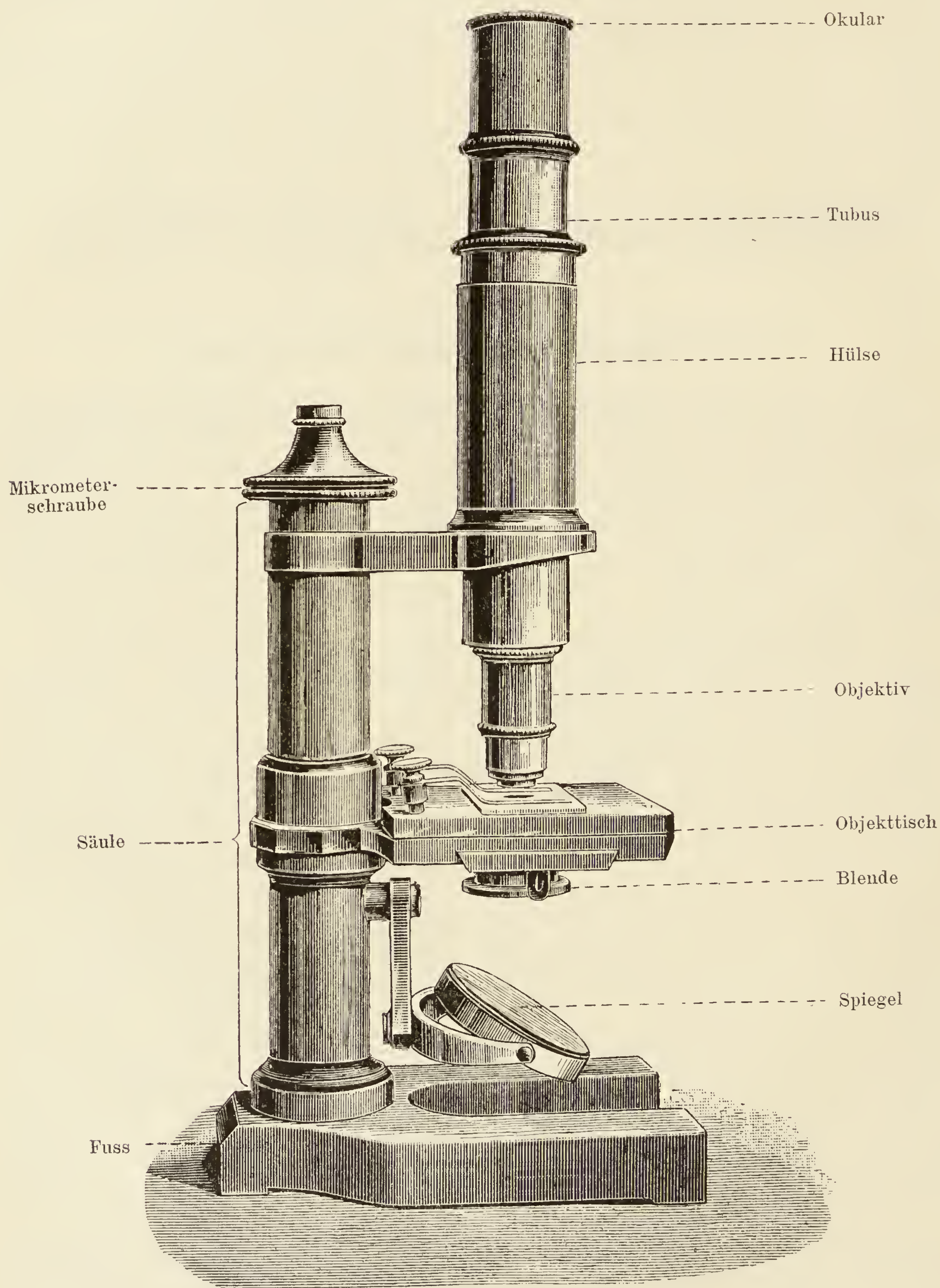


Fig. 1.
Mikroskop von E. Leitz in Wetzlar. Stativ III.

durch über einander greifende gekrümmte Blechplatten, vermittelst eines Handgriffes leicht weiter oder enger gemacht werden kann.

3. Der Tubus befindet sich in einer Hülse, welche an der Säule des Mikroskops befestigt ist. In der Hülse muss der Tubus bei einfacheren Mikroskopen mit der Hand gesenkt, gehoben und gedreht werden; bei den komplizirteren Instrumenten wird seine Hebung und Senkung durch Zahn und Trieb bewerkstelligt. Vermittelst einer Mikrometerschraube, die am oberen oder am unteren Ende der Säule angebracht ist, kann der den Tubus tragende Hebel etwas gesenkt und gehoben werden. Der Tubus selbst besitzt eine obere und untere Oeffnung, welche zum Anschrauben oder zum Einlegen der optischen Apparate dienen.

4. In die obere Oeffnung wird das Okular eingefügt, eine Röhre, deren Enden mit Linsen versehen sind: die obere, dem Auge zugekehrte, nennt man die Okularlinse, die untere die Kollektivlinse. Die untere Oeffnung des Tubus dient zum Anschrauben des Objektivsystems und dieses ist eine Kombination von mehreren Linsen, von welchen die dem Objekt zugekehrte kleinste Linse als Frontlinse benannt wird.

5. Jedes grössere Instrument besitzt mehrere Okulare und mehrere Objektivsysteme, welche beide verschiedene Vergrösserungen liefern und je nach Bedarf verschieden kombinirt werden können. Für die meisten Objekte reicht eine Vergrösserung bis zu 500 Mal aus. Um diese Vergrösserung zu erreichen und dabei ein helles und deutliches Bild zu erhalten, genügen gewöhnliche Linsen nicht: je stärker das Bild vergrössert wird, um so dunkler erscheint dasselbe. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat man Beleuchtungsapparate (Kondensoren, Abbe'sche Beleuchtungsapparate) konstruirt, welche die Lichtstärke durch Konzentration beliebig abzustufen gestatten und für feine Untersuchung unentbehrlich sind.

6. Aber selbst bei Zuhilfenahme dieses Apparates reichen die „Trockensysteme" nicht aus; bei ihnen muss der Lichtstrahl verschiedene Medien von verschiedenem Brechungsvermögen passiren: die Strahlen gehen vom Objekte durch das Deckgläschen, dann durch die zwischen dem letzteren und dem Objektivsystem befindliche Luft; hierbei werden sie in verschiedener Weise abgelenkt, — Fehler, welche dadurch ausgeglichen werden könnten, dass man den Lichtstrahl nur durch ein einziges Medium gehen liesse. Diesem Uebelstande konnte nur zum Theil dadurch abgeholfen werden, dass man zwischen Frontlinse des Objektsystems und dem Deckglase einen Tropfen Flüssigkeit setzte, welche annähernd dasselbe optische Verhalten wie das Glas hatte; die Linse wurde in diese Flüssigkeit eingetaucht. Da diese Erfindung sich bewährte, so ist in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Tauch- oder Immersionslinsen angefertigt worden.

7. Wir haben also zwei Arten von Linsensystemen zu unterscheiden: 1. Trockenlinsen und 2. Tauch- oder Immersionslinsen. Die letzteren zerfallen wieder in zwei Gruppen: in Linsen mit Wasserimmersion und in solche mit Oelimmersion. Das in letzterem Falle verwendete Oel leistet vermöge seines hohen Brechungsvermögens bessere Dienste als das Wasser, so dass zur Zeit die Oellinsen überhaupt die besten Objektive sind, die wir besitzen — sie werden als homogene Immersionssysteme bezeichnet. In den letzten Jahren hat Karl Zeiss in Jena Oellinsen aus einer besonderen Glassorte angefertigt, welche es ermöglicht, die chromatische und sphärische Aberration der durch die Linsen gehenden Lichtstrahlen fast gänzlich zu beseitigen (Apochromate).

8. Die vom Spiegel reflektirten, durch das Objekt gehenden Lichtstrahlen werden durch das Objektivsystem in der Weise gebrochen, dass sie ungefähr

in der Mitte der Tubuslänge das sogenannte Luftbild entwerfen, das, wie man sich ausdrückt, ein umgekehrtes ist: die rechte Seite des Gesichtsfeldes befindet sich im Luftbilde links, die obere unten; das Bild ist also einfach um 180^0 gedreht. Durch das Okular wird das Luftbild abermals vergrössert, aber nicht mehr umgekehrt, so dass dem Auge das Gesichtsfeld sich thatsächlich als ein umgekehrtes darbietet. Zur Beseitigung der Seitenstrahlen, die nur diffuse Bilder geben, sind sowohl im Tubus wie im Okular an passenden Stellen Diaphragmen (Blenden) angebracht.

9. Die zu betrachtenden Objekte werden auf eine Glasplatte gelegt, die man Objektträger nennt: es sind dickere viereckige Platten, von verschiedenen Formaten. Bedeckt wird das Objekt von einem sehr dünnen kleineren Glasplättchen, dem Deckgläschen. Man legt dann das gesammte Präparat auf den Objekttisch in der Weise, dass das Deckgläschen nach oben, gegen den Tubus gekehrt, zu liegen kommt. Nun fängt man an, den Spiegel des Mikroskopes sorgfältig zu orientiren, so dass die von ihm reflektirten Lichtstrahlen das Präparat möglichst hell beleuchten; man kann sich von der Stärke des auf das Präparat fallenden Lichtes am besten überzeugen, wenn man Okular und Objektiv wegnimmt und durch die Tubusröhre sich das Gesichtsfeld betrachtet. Durch Drehung des Spiegels sucht man möglichst viel Licht auf dem Objekte zu konzentriren. Erst dann schraubt man eventuell das Objektiv an, schiebt das Okular ein und fängt an, den ganzen Tubus gegen das Deckgläschen langsam zu senken, bis man ein annähernd helles Gesichtsfeld, in welchem bereits die Umrisse des Objektes durchzuschimmern beginnen, vor sich hat. Um dann die Frontlinse noch näher dem Präparate bis zu ihrer entsprechenden Brennweite zu bringen, bedient man sich der Mikrometerschraube. Nun erscheint das Präparat ganz deutlich. Durch Drehungen der Schraube nach rechts und links kann man bestimmte Stellen des immerhin nicht ganz planen Präparates scharf in's Auge fassen.

10. Beim Studium der Objekte empfiehlt es sich immer zu zeichnen; dazu bedient man sich eines fein gespitzten Bleistiftes und eines möglichst glatten Papieres; sehr bald eignet man sich eine gewisse Uebung an, so dass man die gegenseitige Lage der verschiedenen Theile im Gesichtsfelde in annähernd richtigem Verhältniss auf's Papier bringt. Eine wesentliche Erleichterung dieser immerhin nicht leichten Arbeit ist durch Zeichenapparate gegeben. Der beste von ihnen ist der von Abbe konstruirte. Er wird am oberen Ende des Tubus auf das Okular aufgesetzt und befestigt. Das Wesentliche des Apparates beruht darauf, dass man das Präparat und die Zeichenfläche zu gleicher Zeit mit einem Auge sieht. Das mikroskopische Bild wird hierbei direkt gesehen, während die Zeichenfläche durch spiegelnde Flächen dem Auge sichtbar gemacht wird. Ist dieser Apparat genau eingestellt und man fängt zu zeichnen an, so bekommt man den Eindruck, als ob man auf dem Präparate selbst zeichnen würde: die Konturen lassen sich mit grosser Genauigkeit in ihrer Form und Grösse auf dem Papier wiedergeben. Die feineren Details müssen selbstverständlich aus freier Hand nachgearbeitet werden. Ein anderer, ebenfalls gebräuchlicher Zeichenapparat ist der etwas anders gebaute ältere, aber zu demselben Resultate führende Oberhäuser'sche.

Man gewöhne sich, jedes Präparat zuerst mit einer schwachen Vergrösserung anzusehen, passende lehrreichere Stellen aufzusuchen und erst die letzteren mit einer starken Vergrösserung zu studiren.

II. Das mikroskopische Präparat.

11. In vielen Fällen gestaltet sich die Anfertigung eines mikroskopischen Präparates sehr einfach, namentlich dann, wenn man lebensfrische Objekte untersucht. Manche von ihnen sind hierzu besonders geeignet: ein Tropfen Blut kann einfach auf einen Objektträger gebracht, mit einem Deckgläschen bedeckt und beobachtet werden. Andere Objekte, wie z. B. das Mesenterium, dünne durchsichtige Nerven, abgeschabte Epithelien, Spermatozoen etc. bedürfen auch keiner weiteren Zubereitung, sondern können unmittelbar untersucht werden.

12. Bruchstücke grösserer Organe lassen sich ebenfalls zur Ansicht bringen, wenn man sie zerzupft. Hierzu bedient man sich zweier in Griffen befestigter Nadeln. Sind die Objekte etwa längsgefasert, d. h. aus in einer Richtung verlaufenden Gebilden bestehend, so setze man die eine Nadel an irgend einer Stelle des Stückes fest und zerfasere mit der andern in einer zu den Fasern senkrechten Richtung; zu solchen Objekten gehören z. B. Muskeln, Nerven, Sehnen etc. Einige Gewebe sind so konsistent, dass man, um sie beobachten zu können, Schnitte von ihnen anfertigen muss, wodurch zugleich eine gewisse Einsicht in den Zusammenhang der Gewebstheile gewährt wird. Dazu bedient man sich eines gewöhnlichen Rasirmessers, das man mit einer Flüssigkeit befeuchtet und möglichst dünne Schnitte zu erhalten versucht; es kommt hier in der Regel nicht auf die Grösse des Schnittes, sondern nur auf seine Dünnheit an, welche letztere bei einiger Uebung erreicht werden kann. Jeder Mikroskopiker dürfte sich ein gewisses Geschick im Schneiden aus freier Hand angeeignet haben; es ist eine Methode, die schnell zum Ziele führt und für die rasche Diagnose der Gewebe bisher noch durch keine einfachere ersetzt worden ist. Um durch frische, sog. parenchymatöse Gewebe, wie z. B. Leber, Niere Schnitte zu gewinnen, genügt ein einfaches Rasirmesser nicht; man bedient sich in solchen Fällen eines Doppelmessers. Dasselbe besteht aus zwei Klingen, die derart nebeneinander liegen, dass sie sich an der Spitze berühren und nahe dem Heft etwas weiter von einander entfernt sind. Durch eine Schraube können sie einander mehr oder weniger genähert werden. Wird die Schraube gelöst, so kann das eine Messer an einem Scharnier aufgeklappt werden. Für feine Schnitte kommt nur diejenige Stelle des Messers in Betracht, an der die beiden Klingen sich sehr nahe stehen, ohne sich jedoch zu berühren. Geschnitten wird, indem man mit dem benetzten Doppelmesser, rasch ziehend, ein Organ, z. B. frische Leber, durchschneidet; dasselbe zerfällt dann in zwei Theile und in eine feine, zwischen den beiden Klingen befindliche Scheibe. Diese entnimmt man, indem man die Schraube löst und die eine Klinge aufklappt. Organe von ähnlicher Konsistenz kann man auch gefrieren lassen und dann mit einem gewöhnlichen gekühlten Rasirmesser durch die gefrorenen Stücke Schnitte machen; auch das Trocknen von kleinen Gewebsstücken führt manchmal zum Ziele.

13. Da die angefertigten Schnitte auf dem Objektträger sehr bald austrocknen würden, muss man sie bei der Beobachtung feucht erhalten. Hierzu bedient man sich am besten der sogenannten indifferenten Zusatzflüssigkeiten. Dieselben zeichnen sich dadurch aus, dass sie überlebende Organe längere Zeit unverändert erhalten. Als eine solche Flüssigkeit kann z. B. die Lymphe, der Humor aqueus, seröse Flüssigkeiten, Amnioswasser etc. gebraucht werden. Künstlich hergestellte indifferente Flüssigkeiten, die annähernd dieselben Dienste leisten und stets zur Hand sein müssen, sind folgende:

1. Eine physiologische Kochsalzlösung ($^3/_4$ % wässerige Lösung).
2. Das sogenannte M. Schultze'sche Jodserum: Amnioswasser bis zur Sättigung mit Jod oder Jodtinktur versetzt.
3. Jod-Jodkalium nach Ranvier: 100 g Wasser, 2 g Jodkalium und Jod bis zur Sättigung.
4. Kronecker'sche Flüssigkeit: dest. Wasser 100 g, Chlornatrium 6 g, Natriumcarbonat 0,06 g.
5. Flüssigkeit von Ripart und Petit: 0,3 g Kupferchlorid, 0,3 g Kupferacetat, 75 ccm Kampferwasser, 75 ccm dest. Wasser und 1 ccm Eisessig. Nach der Mischung ist das Ganze gelb, klärt sich aber nach ein paar Stunden auf und muss dann filtrirt werden.

14. Die Beobachtung der frischen Gewebe zeigt lange nicht alles, was man im gegebenen Falle sehen könnte; dies beruht zum Theil darauf, dass das Lichtbrechungsvermögen der einzelnen Gewebstheile zu wenig verschieden ist, in Folge dessen die Konturen sich verwischen, zum Theil auch darauf, dass die Gewebe eigentlich niemals unverändert unter das Mikroskop gelangen; schon während der Manipulation, zum Theil auch durch dieselbe, erleiden sie Veränderungen, welche von dem normalen Zustande mehr oder weniger abweichende Bilder liefern.

Um diesem Uebelstande nach Möglichkeit vorzubeugen, bedient man sich der sogenannten Fixirungsflüssigkeiten. Unter den letzteren verstehen wir jene Reagentien, welche erfahrungsgemäss völlig frische (lebenswarme) Objekte derart konserviren, dass man aus ihrem Zustande auf ihre Beschaffenheit im Leben schliessen kann, was jedoch ohne einer besonderen Kontrolle nicht zulässig ist. Sie wirken im Allgemeinen verschieden auf die Gewebe: manche von ihnen erhalten jene, manche diese Theile besser. In Folge dessen ist es immer rathsamer, die zu studirenden Objekte in verschiedenen Flüssigkeiten zu konserviren; erst dann bekommt man eine vielseitige Einsicht in die Struktur der Gewebe resp. der Organe.

A. Fixirungsmethoden.

Die für allgemeine Zwecke gebräuchlichen Fixirungsflüssigkeiten sind folgende:

15. Die gewöhnlichste von ihnen ist der Alkohol. Derselbe ist zugleich eine Härtungsflüssigkeit, da den Objekten Wasser hierbei entzogen und ihr Eiweiss zur Koagulation gebracht wird. Man wendet Alkohol entweder in der Weise an, dass man kleine Objekte sofort in absoluten Alkohol überträgt, oder, und dieses namentlich für grössere Stücke, indem man successive 50, 70, 90 % Spiritus anwendet (1 ccm grosse Stücke müssen etwa 24 Stunden in jedem Alkohol verbleiben).

16. Als rasch tödtend, vorzüglich fixirend und Manches färbend, ist die Ueberosmiumsäure zu nennen. Nur kleine Stücke können in ihr fixirt werden, da sie nicht tief in die Gewebe eindringt. Sie wird angewandt gewöhnlich in einer 1 % wässerigen Lösung, wobei die Objekte 24 Stunden lang in ihr verbleiben; sie werden dann ebensolange mit Wasser ausgewaschen und dann mit 90 % Spiritus behandelt. Für sehr kleine Objekte kann man Osmiumsäure in Dampfform anwenden (Osmiumsäureräucherung). Dies geschieht folgendermassen: auf den Boden eines flachen Glases bringt man einige Tropfen Osmiumsäure und legt das Objekt (oder hängt es an einem Faden) in das Glas und zwar so, dass dasselbe mit der Flüssigkeit nicht in Berührung kommt. Dann bedeckt man das Glas mit einem festschliessenden Deckel.

17. Eine analog wirkende und einige Kernstrukturen besser als Osmiumsäure allein fixirende Flüssigkeit ist die Chrom-Osmium-Essigsäure von Flemming 82. Sie enthält 1/4 g Chromsäure, 1/10 g Osmiumsäure, 1/10 ccm Eisessig und 100 ccm Wasser. Sie wird gewöhnlich folgendermassen bereitet: 10 ccm einer 1% Osmiumsäure, 10 ccm einer 1% wässerigen Eisessiglösung, 25 ccm einer 1% Chromsäure und 55 ccm dest. Wasser werden zusammengemischt. Nicht allzugrosse Stücke werden in wenig Flüssigkeit mindestens 24 Stunden, besser noch längere Zeit, bis Wochen, fixirt, 24 Stunden in fliessendem Wasser gewaschen und durch 70 und 80% Spiritus, je 24 Stunden angewandt, in 90% Alkohol übertragen.

Eine stärkere Lösung wird nach Flemming 84 in folgender Weise zubereitet: 1%ige Chromsäure 15 Vol., 2%ige Osmiumsäure 4 Vol. und reiner Eisessig 1 Vol.

Fol hat folgende Zusammensetzung vorgeschlagen: 1% Osmiumsäure 2, 1% Chromsäure 25, 2% Essigsäure 5 und dest. Wasser 68 Theile.

Bei Fixirungen in Osmiumsäure und deren Gemischen ist es stets rathsam, aus dem Wasser erst in schwächeren, etwa 50%igen Alkohol zu übertragen, da hierdurch eine zu rasche Diffusion zwischen Wasser und Alkohol, welche unter Umständen zu Schrumpfungen und Zerreissungen Veranlassung giebt, vermieden wird.

18. Ebenfalls mit ausgezeichnetem Erfolg wendet man Platinchlorid-Osmiumsäure-Eisessig (1% wässerige Platinchlorid-Lösung 15 ccm, 2% Osmiumsäure 4 ccm und Eisessig 1 ccm) an (Hermann 89. 1). Nach dieser, der Flemming'schen Lösung und auch nach anderen Osmiumgemischen, kann nach Behandlung mit Alkohol roher Holzessig in Anwendung kommen. Man lässt die Objekte im letzteren 12—24 Stunden liegen und behandelt abermals mit Alkohol. Es tritt hierbei eine eigenthümliche Färbung des Objektes ein, welche eine nachträgliche Färbung (siehe unten) desselben oft entbehrlich macht (Hermann).

19. Eine ausgezeichnete Fixirungsflüssigkeit liefern gesättigte Lösungen von Sublimat in Wasser oder in einer physiologischen Kochsalzlösung (vergl. p. 6. Lösungen in Kochsalz sind viel haltbarer). Kleine Stücke, etwa 1/2 cm Durchmesser, kommen auf 3—24 Stunden in die Flüssigkeit und werden dann entweder zuerst in Wasser oder direkt in 70% Spiritus übertragen. Nach 24 Stunden kommen die Stücke auf ebensolange in 80%, um dann in 90% Alkohol aufgehoben zu werden. Hierbei kommt es öfters, namentlich bei Temperaturschwankungen, zur Bildung von Sublimatkrystallen an der Oberfläche und im Innern der Objekte. Um sie zu entfernen, setzt man zum Alkohol (und zwar ist es gleichgültig, ob dies zum 70, 80 oder 90%igen Alkohol geschieht) einige Tropfen Jod- oder Jodkaliumlösung hinzu (P. Mayer 87). Bei der Weiterbehandlung des Objektes (auch beim Schneiden) sind die etwa gebildeten Sublimatkrystalle in keiner Weise hinderlich und für zarte Objekte ist es sogar vortheilhafter, wenn man ihre Entfernung erst an Schnitten (indem man Jod zum absol. Alkohol zufügt) vornimmt.

20. Eine gesättigte wässerige Pikrinsäurelösung (etwa 3/4%) fixirt kleine und mittelgrosse Stücke (bis 1 ccm) in 24 Stunden; aber auch ein längeres Verweilen der Stücke, namentlich wenn die Objekte grösser sind, einige Tage bis Wochen, ist zulässig. Die Stücke werden in fliessendem Wasser gewaschen und dann mit 70% und 80% Spiritus je 24 Stunden behandelt und in 90% Alkohol übertragen.

21. Statt reiner Pikrinsäure wendet man auch Pikrin-Schwefel- (Kleinenberg) und Pikrin-Salpetersäure (P. Mayer **81**) an. Die erstere wird so bereitet, dass man zu 100 ccm einer gesättigten wässerigen Pikrinsäurelösung 1 ccm konzentrirter Schwefelsäure zusetzt, 24 Stunden stehen lässt, filtrirt und dann das zweifache Volumen dest. Wassers zusetzt. Die Pikrin-Salpetersäure gewinnt man, indem man zu 100 ccm der erwähnten Pikrinsäurelösung 2 ccm offizineller Salpetersäure zusetzt, 24 Stunden stehen lässt und filtrirt.

22. Hauptsächlich für Embryonen empfiehlt C. Rabl **94** folgende Gemische: 1. konzentrirte wässerige Sublimatlösung 1 Vol., konzentrirte wässerige Pikrinsäurelösung 1 Vol. und dest. Wasser 2 Vol.; 2. 1%ige wässerige Platinchloridlösung 1 Vol., konzentrirte wässerige Sublimatlösung 1 Vol., dest. Wasser 2 Vol. In beiden Fällen wird nach 12 Stunden in Wasser (bei 1 besser in schwachem Alkohol) ausgewaschen und in rascher Folge in Alkohol von ansteigender Konzentration übertragen.

23. Sublimat-Eisessig. Eine gegenwärtig viel gebrauchte Flüssigkeit, welche für embryonales Gewebe und für wenig Bindegewebe enthaltende Organe Vorzügliches leistet. Man nimmt eine gesättigte wässerige Sublimatlösung und fügt je nach Umständen 5—10% Eisessig hinzu. Nach 2—3 Stunden (auch länger) wird in schwachen Alkohol (35%) übertragen, welcher allmählich durch stärkeren ersetzt wird.

24. Vom Rath **95** empfiehlt unter anderen folgende zwei Flüssigkeiten: 1. Pikrin-Osmium-Essigsäure. Zu 1000 ccm einer kalt gesättigten Pikrinsäurelösung wird 1 g Osmiumsäure und nach einigen Stunden 4 ccm Eisessig zugefügt. Man fixirt je nach dem Objekt ¼—24—48 Stunden und überträgt in 75% Spiritus. 2. Pikrin-Sublimat-Osmiumsäure zu 100 ccm wässeriger Pikrinsäurelösung fügt man 100 ccm einer gesättigten wässerigen Sublimatlösung und setzt dann 20 ccm einer 2% Osmiumsäure hinzu (man kann noch 2 ccm Eisessig zufügen). Nachbehandlung mit Holzessig oder Tannin. Entfernung von Sublimatkrystallen mit Jod-Alkohol.

25. 3—5% Salpetersäure (sp. Gew. 1,4), auf kleine Stücke angewendet, fixirt in ca. 6 Stunden; ein längeres Verweilen darin ist schädlich, da namentlich einige Kernstrukturen stark angegriffen werden. Die Stücke werden dann mit Alkohol von allmählich steigender Konzentration (70, 80, 90%) in gewöhnlicher Weise nachbehandelt.

26. Die Chromsäure wird in schwachen wässerigen Lösungen gebraucht, von ⅓—1%. Kleinere Stücke verbleiben darin 24 Stunden, grössere länger, bis zu Wochen. Die Menge der angewandten Flüssigkeit soll mindestens 50mal das Volumen des zu fixirenden Stückes übertreffen. Es wird dann in fliessendem Wasser gewaschen und mit Alkohol von allmählich steigender Konzentration nachbehandelt. Letztere Procedur wird im Dunkeln ausgeführt.

Zu 100 ccm Chromsäure kann man mit Vortheil 2—3 Tropfen Ameisensäure zufügen (C. Rabl 85).

27. Die Müller'sche Flüssigkeit (2—2½ g Kalium bichromicum, 1 g Natrium sulfuricum und 100 ccm Wasser) braucht zur Fixirung einige Wochen. In der ersten Woche wird sie alle zwei Tage gewechselt, später jede Woche 1mal. Fixirt wird im Dunkeln. Je nach den Zwecken, die man verfolgt, wäscht man die Stücke entweder mit fliessendem Wasser aus und behandelt in üblicher Weise mit Alkohol nach, oder man überträgt sie direkt in 70% Spiritus, dem man nach und nach 80 und 90% Spiritus substituirt. Alle diese Proceduren geschehen im Dunkeln.

28. Zu 100 ccm Müller'scher Flüssigkeit fügt Zenker 5 g Sublimat und 5 ccm Eisessig. Die Stücke werden in diesem Gemisch mindestens 24 Stunden belassen, mit fliessendem Wasser ausgewaschen und allmählich in starken Alkohol übergeführt. Etwa gebildete Sublimatkrystalle werden mit Jod-Alkohol entfernt. Die Zenker'sche Flüssigkeit dringt sehr leicht in die Gewebe ein und fixirt Kern- und Protoplasmastrukturen gleich gut, ohne hierbei das Färbungsvermögen der Elemente zu beeinträchtigen (vergl. A. Mercier).

29. Die Anwendung der Erlicki'schen Flüssigkeit ($2^1/_2$ g Kalium bichromicum, $^1/_2$ g Cuprum sulfuricum und 100 ccm Wasser) ist völlig der der Müller'schen analog, nur führt sie etwa 3mal rascher zum Ziele. Bei beiden Flüssigkeiten ist zu bemerken, dass eine Temperatur von 30—40° die Zeit der Fixirung wesentlich abkürzt. Die Müller'sche fixirt hierbei in 8, die Erlicki'sche in 3 Tagen.

30. In der letzten Zeit hat man angefangen auch mit Formol (40% Formaldehyd) zu fixiren. Es wird meistens eine 10% Lösung angewandt. Man lässt die Objekte 6—8 Stunden darin und überträgt sie direkt in abs. Alkohol. Es ist jedoch noch nicht festgestellt, in welcher Weise angewandt Formol die besten Resultate für histologische Zwecke liefert.

Wir haben hier die gebräuchlichsten und für allgemeine Zwecke zur Zeit die besten Konservirungsflüssigkeiten angeführt. Es giebt noch eine ganze Anzahl anderer Flüssigkeiten, deren Anwendung aber speziellen Zwecken dient. Wir werden dieselben bei den entsprechenden Geweben und Organen berücksichtigen.

B. Durchtränkung und Einbettung.

31. Um durch fixirte Objekte Schnitte zu erhalten, ist es vor allem erforderlich, dass sie eine hierzu geeignete Konsistenz gewinnen, welche sie früher oder später in 90% Alkohol erhalten. Mit freier Hand Schnitte anzufertigen durch Objekte, die nicht speziell zu diesem Zwecke vorbereitet wurden, ist nicht zu empfehlen; hierbei tritt gewöhnlich eine Bröckelung des Schnittes ein und die locker zusammengehaltenen Theile fallen auseinander. Um diesem Uebelstande entgegenzuwirken, bedient man sich der sogenannten Durchtränkungsmassen, in welche man das Objekt bringt, und welche in dasselbe in allen seinen Theilen eindringen, um später zu erstarren. Man schneidet dann das auf diese Weise durchtränkte und in derselben Masse „eingebettete" Objekt mit der Masse zugleich; man erhält hierdurch Schnitte, welche die Gewebstheile in ihrem natürlichen Zusammenhange zeigen.

Die gebräuchlichsten Durchtränkungsflüssigkeiten sind 1. das Paraffin und 2. das Celloidin (resp. Collodium und Photoxylin).

1. Das Paraffin.

32. Um die Objekte mit Paraffin zu durchtränken, müssen sie zuerst in absolutem Alkohol vollständig entwässert werden. Aus dem letzteren können sie aber nicht direkt in Paraffin übertragen werden, weil dasselbe sich in Alkohol nicht löst und in Folge dessen in das Präparat auch nicht eindringen kann. Zwischen Alkohol und Paraffin muss eine Flüssigkeit („Zwischenflüssigkeit") eingeschaltet werden, die sich mit absolutem Alkohol mischt und ein Lösungsmittel für das Paraffin ist. Solcher giebt es eine ganze Reihe, z. B. Toluol, Xylol, Chloroform, verschiedene Oele (Terpentinöl, Cedernholzöl) etc.

33. Beim Uebertragen des Objektes aus einer Flüssigkeit in eine andere entstehen Diffusionsströme, die namentlich bei zarteren, grössere Hohlräume enthaltenden Objekten zu Zerreissungen und Schrumpfungen Veranlassung geben, welche das Objekt oft bis zur Unkenntlichkeit entstellen. Deshalb kann man bei dieser Procedur nicht vorsichtig genug sein. Als allgemeine Regel gelte das langsame Verfahren. Man kann sich dabei zweierlei Methoden bedienen: 1. indem man das Objekt aus dem Alkohol langsam in die Zwischenflüssigkeit hineinsinken lässt. Dieses geschieht, indem man in ein Probirröhrchen zuerst die spezifisch schwerere Zwischenflüssigkeit und auf diese langsam abs. Alkohol aufgiesst. Man bringt dann die Stücke vorsichtig in das aufrecht stehende Gläschen und sieht, dass sie an der Stelle, an welcher sich die beiden Flüssigkeiten berühren, stehen bleiben; erst wenn sie von der Zwischenflüssigkeit ganz durchtränkt sind, senken sie sich zu Boden; dann kann man den sich zu oberst befindlichen Alkohol entweder vorsichtig abgiessen, oder mit einer Glaspipette wegsaugen.

34. Es ist selbstverständlich, dass die Objekte sich in die Zwischenflüssigkeit um so langsamer senken, je schwerer diese im Vergleich zum Alkohol ist; will man ein langsames Versenken erzielen, so gebrauche man Chloroform.

35. 2. indem man verschieden zusammengesetzte Mischungen von abs. Alkohol und der Zwischenflüssigkeit anfertigt; diese können nun nach Belieben je nach der Zartheit des Objektes vervielfältigt werden: im einfachsten Falle genügt es, wenn man das Objekt in eine Mischung von Alkohol und Zwischenflüssigkeit zu gleichen Theilen überträgt, dasselbe je nach der Grösse verschieden lange darin verweilen lässt, und dann in die reine Zwischenflüssigkeit überträgt. Man kann diese Methode nach Wunsch verlangsamen, je nachdem man eine grössere oder geringere Zahl von solchen Mischungen einschaltet, die immer mehr und mehr Zwischenflüssigkeit enthalten. Diese letztere Weise empfiehlt sich schon deswegen mehr als die vorige, weil man das Objekt mehr in seiner Hand hat und ist besonders vortheilhaft bei solchen Objekten, deren Theile nicht das gleiche spezifische Gewicht haben.

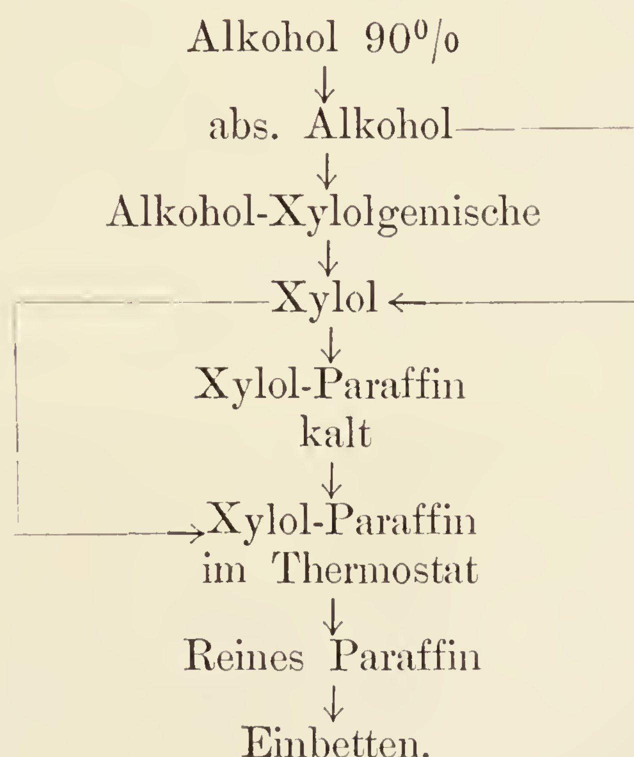
36. Ist das Objekt in die reine Zwischenflüssigkeit gelangt, so muss es ebenso vorsichtig in die Durchtränkungsflüssigkeit herübergebracht werden. Gebraucht man Paraffin und hat zarte Objekte zur Hand, so verfahre man folgendermassen: man lege das Objekt in eine zur Hälfte mit der Zwischenflüssigkeit gefüllte Glasdose, lege zugleich einige Stücke Paraffin hinein, decke die Schale zu und lasse sie bei Zimmertemperatur stehen; ist das Paraffin gelöst, so nehme man den Deckel ab und stelle die Schale in den Thermostaten, wo dieselbe auf den Schmelzgrad des Paraffins erwärmt wird. Die leicht flüchtige Zwischenflüssigkeit (Xylol, Chloroform) verdunstet allmählich und nach wenigen Stunden ist das Objekt von nahezu reinem Paraffin durchtränkt. Da es aber sehr lange dauern würde, wenn man auf diese Weise die Zwischenflüssigkeit gänzlich entfernen wollte, so empfiehlt es sich, das Objekt schon viel früher in reines geschmolzenes Paraffin zu übertragen. In diesem verweilt es je nach seiner Grösse und Durchlässigkeit für Paraffin längere oder kürzere Zeit. Sind die Objekte gröberer Natur, so kann die Procedur wesentlich vereinfacht werden: aus abs. Alkohol kommen sie direkt in die Zwischenflüssigkeit, aus dieser in eine Mischung von Paraffin und etwa Toluol zu gleichen Theilen und dann direkt in geschmolzenes Paraffin.

37. Um die Objekte zum Schneiden fertig zu stellen, muss man sie noch „einbetten“, d. h. zugleich mit dem Paraffin in eine Form übertragen,

in welcher das Paraffin erstarrt. Hierzu bedient man sich für mittelgrosse Objekte zweier auf eine Glasplatte aufgestellten, aus Messing angefertigten Winkeln, welche, je nachdem sie zusammengestellt werden, eine grössere oder kleinere Form geben. Da das Paraffin am Glase und an den inneren Flächen der Winkelplatten fest haftet und nur schwer abgelöst werden kann, so ist es unumgänglich nöthig, alle diese Theile noch vor dem Einbetten mit einer dünnen Schicht Glycerin zu überziehen; dann geht die Ablösung des erstarrten Paraffins leicht und man bekommt regelmässige rechteckige Paraffinstücke, in welchen das Objekt eingeschmolzen ist. Das Paraffin wird homogener, seine Flächen glatter, wenn man es rasch in Wasser erkalten lässt.

38. Da höhere Temperaturen in der Regel schädlich auf die Objekte wirken, so muss man bestrebt sein mit möglichst niederen auszukommen, und auch dann, wenn man gezwungen ist höhere Temperaturen anzuwenden, dieselben möglichst kurze Zeit einwirken zu lassen. Die gebräuchlichsten Paraffinsorten besitzen einen Schmelzpunkt von 45—60° C. Je nach der Temperatur des Zimmers, in welchem man schneiden will, wählt man eine weichere oder härtere Sorte, oder, was noch besser ist, stellt sich Mischungen von beiden her und schneidet bei niederer Temperatur in weicherem, bei höherer in härterem Paraffin. Sehr zweckmässig ist es, zartere Objekte zuerst in Paraffin von 45° C. überzuführen, sie in demselben und in einem nicht über 50° geheizten Thermostaten so lange zu belassen, bis sie völlig durchdrungen sind. Dann wird der Thermostat auf ca. 60° C. erhitzt und die Objekte werden für kurze Zeit (für kleinere Objekte genügt $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde) in Paraffin von 55—58° übertragen, in welchem sie dann auch geschnitten werden können. (C. Rabl **94**).

39. Das Schema für Durchtränkung und Einbettung in Paraffin gestaltet sich folgendermassen (statt Xylol können auch andere Zwischenflüssigkeiten in Anwendung kommen):



40. Hinsichtlich der Zeitdauer, welche nöthig ist für die Durchtränkung der Stücke, richtet man sich nach der Grösse und Durchlässigkeit der letzteren. Es lässt sich in Folge dessen hierüber nichts Bestimmtes angeben. Für den einfachsten Fall sollen als Anhaltspunkte die nachstehenden Zeitangaben dienen, die sich auf ein Gewebe beziehen, welches etwa der Beschaffenheit einer in Alkohol fixirten Leber gleichkommt. Die Zeitangaben sind in

Stunden angegeben und sind als Minima zu nehmen, ein längeres Verweilen in den angegebenen Flüssigkeiten kann unter Umständen nicht schaden.

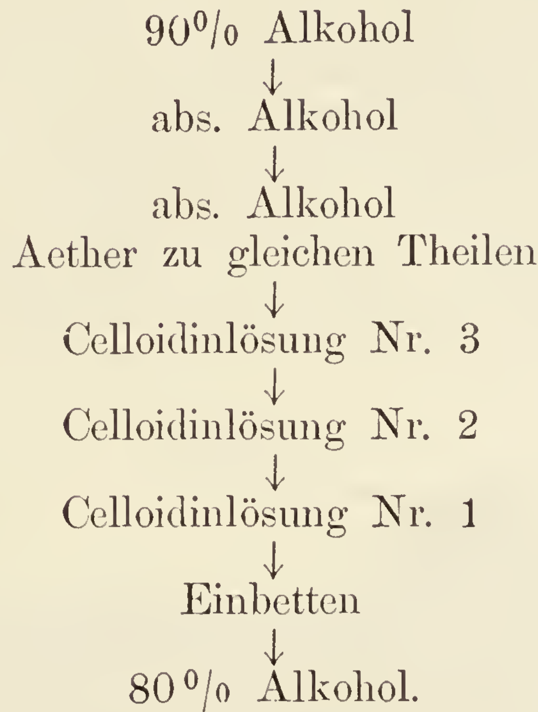
	Kleine Objekte unter 1 mm Seite	Mittelgrosse Objekte bis 5 mm Seite	Grosse Objekte bis 10 mm Seite	Sehr grosse, jedoch nicht über wenige cm reichende Objekte
Alkohol absolutus . . .	2	6	24	Je nach dem Objekt längere Zeit in jeder Flüssigkeit.
Xylol	1/2	3	6	
Von jetzt an weiter im Thermostat:				
Xylol-Paraffin	1/2	3	6	
Paraffin	1	3	6	

2. Das Celloidin.

41. Will man die Objekte mit Celloidin durchtränken, so verfahre man folgendermassen: Man stelle aus getrockneten Celloidinstückchen 3 Lösungen dar: 1. eine gesättigte Lösung von Celloidin in abs. Alkohol und Schwefeläther (zu gleichen Theilen); 2. eine Lösung aus 1. Theil der Lösung 1 mit dem gleichen Volumen Alkohol-Aether verdünnt und 3. eine Lösung, die aus einem Theil der Lösung 2 und einem gleichen Volumen von Alkohol-Aether besteht. Die Objekte kommen aus dem abs. Alkohol in eine Mischung von Alkohol-Aether zu gleichen Theilen, worin sie etwa 24 Stunden verbleiben. Aus dieser kommen sie auf einige Tage in die Lösung 3; aus dieser in die Lösung 2 und schliesslich in die Lösung 1. In dieser letzteren Lösung werden die Stücke eingebettet und zwar so, dass man das Celloidin sammt dem Stücke in eine Papierschachtel giesst, dann wartet, bis die Oberfläche etwas erhärtet ist (etwa 1 Stunde) und überträgt das Ganze in 80 % Spiritus, worin die definitive Härtung erfolgt. Dann wird das Papier entfernt, das Stück Celloidin nach Wunsch zugeschnitten und auf Kork oder Holzblock mit derselben Celloidinlösung aufgeklebt. Damit das Präparat besser haftet, empfiehlt es sich vor dem Aufkleben, das Celloidinstück mit dem Präparat auf etwa 5 Minuten in abs. Alkohol zu legen, worin die oberflächlichste Celloidinschicht erweicht. Das in dieser Weise aufgeklebte Stück kommt sammt dem Korke oder dem Holzklotze in 80 % Spiritus, worin die definitive Befestigung nach ein paar Stunden erfolgt. (Apáthy **86—87.**)

42. Eine zweite Art in Celloidin einzubetten besteht darin, dass das betreffende Stück aus dem Celloidin genommen und direkt auf einen Kork oder Holzklotz gelegt wird. Ist das Celloidin nach einer Stunde in der Luft etwas härter geworden, so überträgt man Klotz mit Präparat in 80 % Alkohol, in welchem die Befestigung nach einigen Stunden erfolgt. In Celloidin eingebettete Präparate müssen feucht unter Spiritus geschnitten werden. Organe, welche aus Geweben von verschiedener Konsistenz zusammengesetzt sind, sowie auch sehr konsistente Objekte lassen sich in Celloidin viel sicherer schneiden, als in Paraffin. Allein Celloidinschnitte erreichen nie die Dünne der Paraffinschnitte und die Nachbehandlung derselben (siehe unten), das Befestigen auf dem Objektträger etc. ist viel komplizirter, als die der Paraffinschnitte.

43. Das Schema für die Durchtränkung und Einbettung in Celloidin wäre folgendes:



90 % Alkohol
↓
abs. Alkohol
↓
abs. Alkohol
Aether zu gleichen Theilen
↓
Celloidinlösung Nr. 3
↓
Celloidinlösung Nr. 2
↓
Celloidinlösung Nr. 1
↓
Einbetten
↓
80 % Alkohol.

3. Das Celloidin-Paraffin.

44. Um die Vortheile, die die Celloidin- und Paraffindurchtränkung bieten, zu vereinigen, ist die Celloidin-Paraffin-Durchtränkung zu empfehlen. Die mit Celloidin durchtränkten Objekte, welche in 80 % Spiritus konsistent geworden sind, kommen auf etwa 12 Stunden in 90 % Spiritus, aus diesem in eine Mischung von Origanum-Oel und 90 % Spiritus zu gleichen Theilen; dann auf kurze Zeit in reines Origanum-Oel, aus diesem in Origanum-Oel und Xylol zu gleichen Theilen. Aus der letzteren Mischung in reines Xylol. Von da ab kommt die Anwenduug der Regeln, die wir für die Paraffindurchtränkung angegeben haben, und es ist rathsam, das Verweilen der Stücke in den verschiedenen Flüssigkeiten nach Möglichkeit abzukürzen, um das Brüchigwerden des Celloidins zu vermeiden.

Sehr dünne Schnitte gewinnt man, wenn man die Schnittflächen mit einer dünnen Collodiumsschicht überstreicht, diese erstarren lässt und dann einen Schnitt anfertigt. Dieses Verfahren ist sowohl bei der kombinirten Celloidin-Paraffin-Methode, als wie auch bei Paraffin allein anwendbar.

C. Das Mikrotom und das Schneiden.

Um das Schneiden von der Geschicklichkeit des Einzelnen möglichst unabhängig zu machen, namentlich aber um eine aufeinander folgende Serie gleich dicker Schnitte zu erhalten, sind Apparate konstruirt worden, die man Mikrotome nennt. Sie sind sehr verschieden beschaffen und erreichen ihr Ziel auf mannigfaltigen Wegen. Manche dieser Instrumente, wie z. B. die sogenannten Schaukelmikrotome, sind bereits spezialisirt, ermöglichen nur das Schneiden von Paraffinobjekten mit einer queren Stellung des Messers. Andere sind vielseitig; mit ihrer Hilfe können ebensowohl Paraffin-, als auch Celloidinobjekte mit jeder beliebigen Stellung des Messers in Schnitte zerlegt werden. Zu der letzteren Art gehört unter anderen auch das nach Prof. Thoma von R. Jung in Heidelberg gebaute Schlittenmikrotom,

das gegenwärtig in Deutschland weit das verbreitetste ist und das wir deshalb eingehender beschreiben wollen.

45. Die unbeweglichen Theile dieses Mikrotoms bestehen aus vier Platten, von welchen die untere basale horizontal auf dem Tische ruht. Eine zweite vertikal gestellte Platte nimmt die Mitte der ersteren ein, während die anderen beiden seitlich an der vertikalen Platte befestigt und schräg nach aussen und oben gerichtet sind, so dass sie mit der vertikalen Platte einen nach oben offenen spitzen Winkel bilden. Die eine seitliche Platte ist in horizontaler Richtung fixirt, die andere hingegen derart, dass sie an ihrem einen Ende

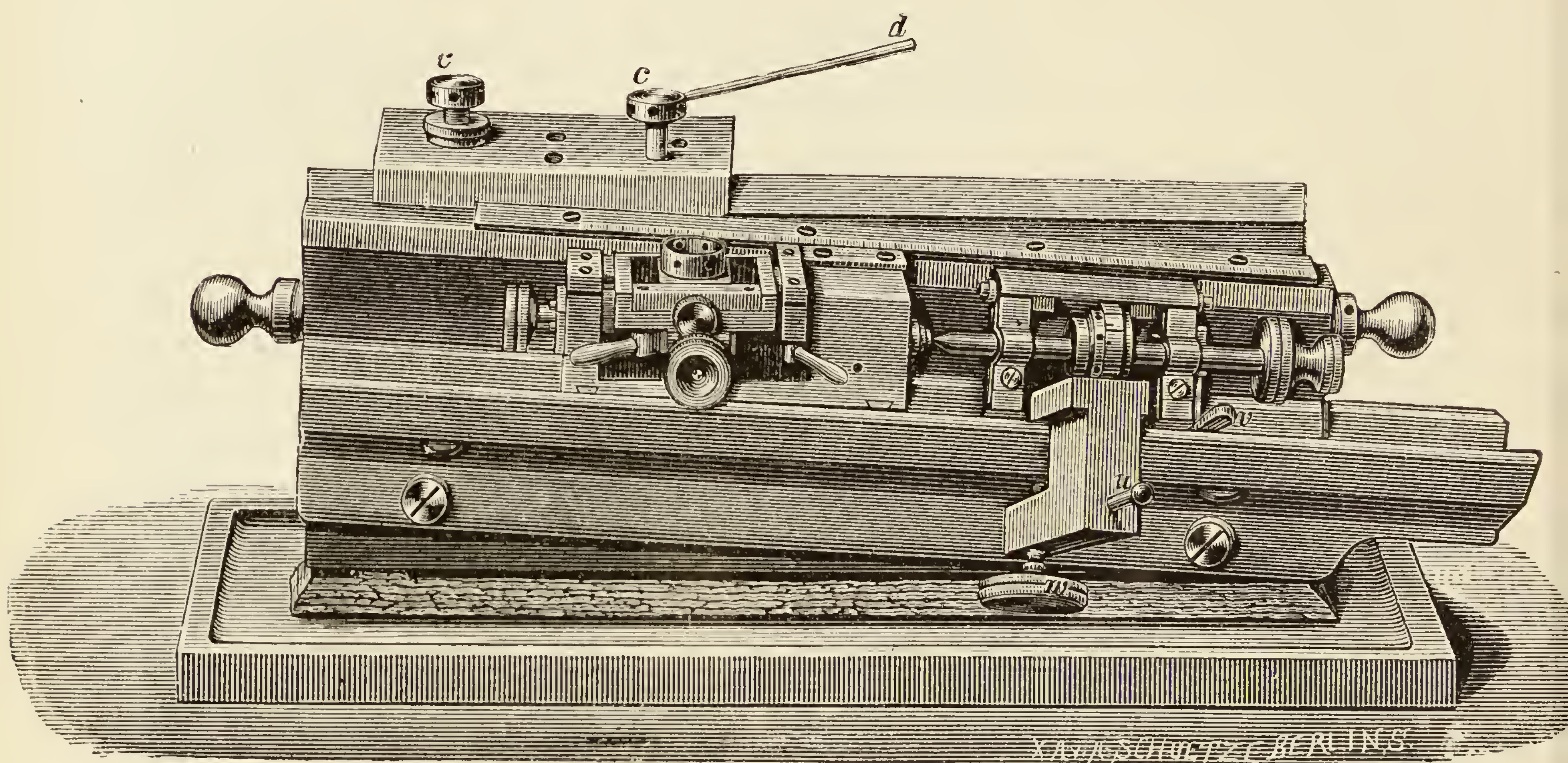


Fig. 2.

Schlittenmikrotom von R. Jung in Heidelberg. Mittleres Modell IV.

Das Instrument ist von der linken Seite dargestellt. Auf der rechten Seite befinden sich die horizontale Seitenplatte (vergl. Text) und der Messerschlitten, sie sind nur zum Theil sichtbar. Mit *c* sind die Schrauben bezeichnet, welche zur Befestigung des Messerhalters (fehlt in der Figur) dienen. Die Stange *d* wird zur Drehung dieser Schrauben benutzt. Auf der linken Seite des Mikrotoms ist die schräggestellte Seitenplatte angebracht, auf welcher hinten (in der Figur rechts) die Mikrometerschraube und vorn (in der Figur links) der Objektschlitten ruhen.

tiefer, an ihrem anderen Ende höher an der Vertikalplatte befestigt ist. Während also die Fläche der einen Platte horizontal liegt, bildet die andere eine schiefe Ebene. In die von den Seitenplatten und der Vertikalplatte gebildeten Winkel passen solide, keilförmig gestaltete Metallkörper hinein, die auf angebrachten Schienen nach vorne und rückwärts leicht bewegt werden können; auf diesen Apparaten werden Messer und Objekte befestigt und man nennt sie demnach Messer- und Objektschlitten. Ersterer läuft auf der horizontalen Ebene, letzterer auf der schiefen. Zur Befestigung des Messers auf der oberen Fläche des Messerschlittens sind mehrere Bohrlöcher angebracht, in welche eine Schraube hineinpasst, vermittelst welcher das Messer mit seinem Halter, je nach Wunsch, in dieses oder in jenes Loch hineingeschraubt werden kann. Durch eine am oberen Ende der Schraube vorhandene Schraubenmutter wird der sogenannte Messerhalter befestigt; in diesen hinein wird das Messer eingefügt und, nach unten angegebenen Regeln, gestellt. Der

Objektschlitten besteht aus einem Apparat zur Fixirung des Objektes. Im einfachsten Falle ist es eine Klammer, in welche ein Holzklotz oder ein Kork befestigt werden können; ist es aber nöthig, das zu schneidende Objekt genau zu orientiren, wie es z. B. bei der Untersuchung von Embryonen unumgänglich nöthig ist, so bedient man sich eines Objektschlittens, der mit einem Orientirungsapparat versehen ist. In einem Rahmen befindet sich hier ein viereckiger Metallkörper, der vermittels Schrauben um zwei sich rechtwinklig kreuzende Achsen gedreht und in jeder gegebenen Stellung fixirt werden kann. In der Mitte dieses drehbaren Körpers befindet sich ein Loch, in welches ein Cylinder hineinpasst. Bei Paraffinpräparaten wird derselbe mit Paraffin ausgefüllt und am oberen Ende des Cylinders das eingebettete Objekt angeschmolzen. Eine besondere Vorrichtung dient dazu, diesen Cylinder zu heben und zu senken. Die neueren Orientirungsapparate sind nach demselben Prinzip gebaut, nur haben sie eine seitlich angebrachte Schraube, die den ganzen Apparat heben und senken kann, eine Einrichtung, welche für lange Objekte besonders gute Dienste leistet. (An Stelle des Cylinders kann auch eine Klammer-Vorrichtung vorhanden sein, in welche ein Holzklotz eingespannt wird; das Objekt wird hier an die obere Fläche des Holzklotzes angeschmolzen.)

Vor dem Arbeitenden wird das Mikrotom so gestellt, dass die Bahn, auf welcher sich der Messerschlitten bewegt, rechts, die des Objektschlittens links sich befindet; der Objektschlitten muss an dem dem Arbeitenden zugekehrten Ende des Mikrotoms stehen; ein Vorwärtsbewegen des Schlittens auf seiner ansteigenden Bahn wird zugleich eine Hebung des Objektes verursachen. Da nun der Messerschlitten stets horizontal läuft, so wird das Messer vom Objekte so viel abtragen, um wie viel das Objekt in seinem Vorwärtsrücken gehoben worden ist. Um zu erfahren, wie dick der Schnitt sein wird, den man anfertigen will, braucht man nur die Strecke zu kennen, um welche der Objektschlitten nach vorwärts bewegt wurde; hierfür ist am Mikrotom eine Vorrichtung vorhanden: die Vertikalplatte des Mikrotoms und der Objektschlitten sind mit einer Skala und Nonius versehen. Um nun eine Reihe von vollständig gleich dicken Schnitten zu erzielen, genügt diese Einrichtung, bei welcher man den Objektschlitten immerhin mit der Hand vorwärts schieben muss, nicht. Ein ganz genaues Verfahren erzielt man mit Hilfe einer Mikrometerschraube, die hinter dem Objektschlitten befestigt und bei jeder Drehung das Objekt um ein Bestimmtes vorwärts bewegt wird. An dem Thoma-Jung'schen Mikrotom hebt eine ganze Umdrehung dieser Schraube das Objekt um 15 μ. Eine an der Schraube angebrachte Trommel ist in 15 gleiche Abschnitte getheilt; die Drehung der Schraube um einen Strich hebt also das Objekt um 1 μ. Durch einen sinnreichen Arretirungsapparat, den man verstellen kann, ist es möglich, sich die Dicke der Schnitte, resp. die Hebung des Objektes, für eine ganze Schnittserie vorher zu bestimmen.

46. Will man nun schneiden, so müssen zuerst die Bahnen, auf welchen Messerschlitten und Objektschlitten zu laufen haben (die Schienen) sorgfältig gereinigt und geölt werden; man gebraucht hiefür das sogenannte Maschinenöl (4 Theile Knochenöl auf 1 Theil Petroleum). Dabei brauche man nicht zu wenig Oel und achte darauf, dass der Messerschlitten von einem Ende der Bahn zur anderen sich leicht und gleichmässig bewegt. Nun füge man das Mikrotommesser in den Messerhalter und stelle das Messer derart, dass es einen spitzen Winkel zur oberen Kante der Vertikalplatte bildet, befestige dann das Objekt auf dem Objektschlitten, stelle denselben in die gewünschte

Höhe und fixire hinter demselben die Mikrometerschraube, die mit ihrer Spitze auf die Achatplatte des Objektschlittens passen muss.

47. Nun fange man an, den Messerschlitten mit dem Messer gegen sich zu bewegen; hierbei darf nicht der geringste Druck ausgeübt werden, da sonst die Oelschicht entweicht und die Schnitte unregelmässig dick werden. Die neuesten Jung'schen Mikrotome haben am Messerhalter eine seitlich angebrachte, nach unten gerichtete Stange, deren vordere Kante man mit dem Finger berührt, um das Messer zu sich zu schieben; durch diese Vorrichtung ist die Möglichkeit eines von oben, schon allein durch das Auflegen der Hand entstehenden Druckes aufgehoben. Hat das Messer einen Schnitt hervorgebracht, so sieht man, wie derselbe sich nicht plan auf das Messer legt, sondern sich rollt — ein Missstand, den man bemüht sein muss vollständig zu beseitigen, was man am einfachsten durch einen Pinsel thut, den man mit der linken Hand hält und mit dessen Spitze man an der sich abhebenden Kante des Schnittes denselben festhält und am Rollen hindert. Es giebt auch sogenannte Schnittstrecker, welche im Wesentlichen aus einer dickeren oder dünneren Walze bestehen, die oberhalb der Schneide des Messers so befestigt werden kann, dass zwischen ihr und dem Messer ein minimaler Raum übrig bleibt, den der Schnitt beim Schneiden passiren muss und auf diese Weise am Rollen verhindert wird. Diese Schnittstrecker sind sehr schwer einzustellen, ihr Funktioniren ist überhaupt unsicher, weshalb es rathsamer ist, sich die Pinselmethode anzueignen, welche bei einiger Uebung sichere Resultate liefert.

Der das Objekt enthaltende Paraffinklotz wird am besten dreieckig zugeschnitten und die eine Seite des Dreieckes zur Schneide des Messers so orientirt, dass letztere dieselbe voll trifft (also parallel mit derselben läuft); zuletzt wird das Messer eine Spitze des Dreieckes treffen; mit dieser Spitze bleibt der Schnitt am Messer haften und kann leicht mit einem Pinsel oder einer Nadel abgehoben werden.

48. Ist der Schnitt gemacht, so schiebe man das Messer wieder von sich gegen das vordere Ende der Bahn, drehe dann die Mikrometerschraube und bewege das Messer wieder zu sich, wodurch ein zweiter Schnitt entsteht. (Es ist fast immer der Fall, dass die ersten Schnitte das Objekt noch nicht treffen, wenn man auch vorher möglichst viel Paraffin um das Objekt herum abgetragen hat; in solchen Fällen, behufs der Abtragung des überflüssigen, über dem Objekte liegenden Paraffins, dürfen keine sehr dicken Scheiben geschnitten werden, da man hierbei leicht Messer und Objekt, in Folge des grösseren Widerstandes, verderben kann: das Messer wird stumpf, das Paraffin bröckelt.) Hat man eine Zeit lang geschnitten, so durchläuft die Mikrometerschraube ihre ganze Bahn und muss zurückgeschraubt und bis zur Achatplatte wieder vorgerückt werden; während dieser Procedur darf der Objektschlitten nicht verrückt werden. In letzter Zeit hat R. Jung Mikrometerschrauben hergestellt, die mit einer Ausschaltungsvorrichtung versehen sind, bei welcher die zeitraubende Procedur des Zurückdrehens der Schraube in Wegfall kommt.

Man kann auch das Messer rechtwinkelig zur Längsachse des Mikrotoms stellen und befestigen. Hat man eine geeignete Paraffinsorte und Zimmertemperatur, so kann man auf diese Weise sogenannte „Bänder“ schneiden; um dies zu erreichen, ist es nöthig, den Paraffinklotz rechtwinklig zuzuschneiden, so dass die eine breitere Seite parallel der Schneide des Messers steht. Wenn man nun rasch schneidet, so bleiben die Kanten der aufeinander-

folgenden Schnitte kleben und man bekommt ein längeres Band, das man bequem im Ganzen weiter behandeln kann. Da hier nicht durch Zug, sondern durch Druck geschnitten wird, so eignet sich diese Methode nur für kleinere Objekte. Um bei hoher Zimmertemperatur das Schneiden von Paraffin auch von verhältnissmässig niedrigem Schmelzpunkt zu ermöglichen, kann man die Kühlmesser von Stoss benutzen, die so eingerichtet sind, dass sie nahe dem Rücken, der Länge nach durchbohrt sind und durch die so gebildete Röhre im Messer ein Eiswasserstrom durchgeleitet werden kann.

49. Die Jung'schen Schlittenmikrotome können mit einer Einrichtung zum Gefrieren der Objekte, mit sogenannten Gefrierapparaten, versehen werden. Dieselben bestehen aus einer Platte von Metall, auf welche das Objekt gelegt wird; gegen ihre Unterseite wird durch ein Gebläse Aether zerstäubt, wobei sich das Objekt abkühlt, zum Gefrieren kommt und dann geschnitten werden kann; man bringt auf das Messer einen Tropfen Flüssigkeit (z. B. eine physiologische Kochsalzlösung, Wasser etc.), in welcher der Schnitt aufthaut und sich ausbreitet.

Ebenfalls sehr gute Instrumente liefert August Becker in Göttingen. Von ihnen ist das Modell A (nach Spengel) ähnlich gebaut wie das Thoma-Jung'sche Mikrotom. Das Instrument steht auf Füssen und besitzt statt Metall- dicke Glasplatten. Das Messer wird mechanisch vermittelst einer Kurbel geführt. Das Modell B, nach Schiefferdecker 86, ist dadurch ausgezeichnet, dass das zu schneidende Objekt feststeht und durch eine vertikal gestellte Mikrometerschraube gehoben wird. Der Messerschlitten läuft horizontal, auf Glasplatten und wird ebenfalls mechanisch geführt. Dieses Mikrotom besitzt auch eine Einrichtung zur automatischen Einstellung für verschiedene Schnittdicken, so dass, wenn die Mikrometerschraube für eine bestimmte Schnittdicke einmal eingestellt ist, braucht man nur den Messerschlitten zu ziehen, um bei jedesmaligem Durchzug einen Schnitt von gleicher Dicke zu erhalten. Mit Hilfe der beiden Modelle (A und B) können sowohl Celloidin- als auch Paraffinobjekte geschnitten werden, erstere mit einer beliebigen Stellung des Messers zum Objekt. Als Instrumente, welche speziell für Bänderschneiden von Paraffinobjekten eingerichtet sind, und in dieser Richtung Vorzügliches leisten, sind: 1. das ebenfalls von Becker und von E. Zimmermann in Leipzig gelieferte, nach Angaben von S. Minot gebaute Mikrotom (Modell D. Becker). Hier ist das Messer feststehend, mit der Schneide nach oben gerichtet, während das Objekt vermittelst einer Kurbel in vertikaler Richtung bewegt und zugleich gegen das Messer vorgeschoben wird. Die Schnittdicke wird auch hier automatisch eingestellt und man kann durch einfaches Drehen der Kurbel in kurzer Zeit eine grosse Anzahl Schnitte anfertigen. 2. Ebenso originell wie fest und sicher gebaut ist das von R. Jung in Heidelberg verbesserte sogenannte Schaukelmikrotom („Cambridge rocking microtome"). Das Messer ist auch hier feststehend, mit der Schneide nach oben. Durch eine sinnreiche Einrichtung wird das Objekt gegen das Messer vorgeschoben. Die Bewegung des Objektes in vertikaler Richtung wird dadurch hergestellt, dass eine Achse, auf welcher das Objekt ruht, durch einen Hebel in leichte Drehung versetzt wird. In Folge dessen hat hier jeder Schnitt, nicht wie bei anderen Mikrotomen, eine plane Fläche, sondern ist ein Abschnitt eines Cylindermantels, dessen Radius der Entfernung der Messerschneide von der den Objekthalter tragenden Achse gleichkommt. Dieser Uebelstand erlaubt nur eine beschränkte Anwendung dieses Instrumentes für unsere Zwecke. Ein grosser Vortheil von ihm besteht in einer tadellosen Herstellung von Schnittbändern bis zu einer sehr geringen Dicke (1 μ) herab. (Vergl. Schiefferdecker 92.)

D. Die weitere Behandlung des Schnittes.

1. Paraffinbefreiung und Aufkleben.

Die durch Mikrotomiren erlangten Schnitte werden entweder als solche weiter behandelt oder, was zweckmässiger ist, auf einen Objektträger aufgeklebt und dann zugleich mit demselben weiter bearbeitet.

50. Wir besprechen zunächst das Aufkleben der Paraffin-Schnitte: die bequemste, zuverlässigste und einfachste Methode ist das Aufkleben mit

Eiweissglycerin nach P. Mayer (83. 2). Hühnereiweiss wird filtrirt und mit gleichem Volumen Glycerin versetzt; um der Fäulniss der Flüssigkeit vorzubeugen, setzt man dem Gemisch etwas Kampfer oder salicylsaures Natron hinzu. Ein Tropfen dieser Flüssigkeit wird auf einem Objektträger in möglichst dünner Schicht gleichmässig ausgebreitet. Auf die auf diese Weise präparirte Fläche des Objektträgers werden die gefertigten Schnitte in einer bestimmten Reihenfolge gelegt. Die an den Schnitten eventuell vorhandenen Falten werden mit einem Pinsel geglättet und der ganze Schnitt an die Glasfläche behutsam angedrückt. Ist nun eine genügende Menge von Schnitten auf dem Objektträger vorhanden, so erwärme man den letzteren auf einer kleinen Spiritus- oder Gasflamme bis das Paraffin geschmolzen ist; dabei koagulirt auch das Eiweiss. Die Schnitte sind nunmehr fixirt und lösen sich vom Glase nur dann ab, wenn Mittel zur Anwendung kommen, die das Eiweiss lösen, wie z. B. starke Säuren, Alkalien und einige Farbstoffe.

Will man einen vorgeschriebenen Raum, etwa von der Grösse eines Deckgläschens mit aufgeklebten Schnitten möglichst ausnutzen, so kann man denselben auf einem Stück Papier mit Konturen vorzeichnen und den Objektträger in passender Lage darauf legen.

51. Eine zweite in vielen Beziehungen noch bessere Methode ist die Fixirung der Schnitte mit dest. Wasser (Gaule): Man breite die Paraffinschnitte in einer bestimmten Reihenfolge auf eine auf dem Objektträger ausgebreitete Wasserschicht (nicht zu wenig Wasser, die Schnitte müssen schwimmen!), erwärme dann den Objektträger auf etwa 30—35 ° C. im Thermostaten, oder auch indem man denselben in einer gewissen Entfernung von einer Spiritusflamme hält (das Paraffin darf nicht schmelzen!), bis die Schnitte sich völlig strecken und durchaus glatt erscheinen. Nun lasse man das überschüssige Wasser entweder abfliessen oder sauge es mit Fliesspapier ab, ordne die Schnitte definitiv mit dem Pinsel und bringe das Ganze in einen auf 30—35 ° C. erwärmten Thermostaten (einige Stunden genügen). Die nun angetrockneten Schnitte werden über einer Flamme auf eine höhere Temperatur, etwas über den Schmelzpunkt des Paraffins, erwärmt und können von jetzt ab allen möglichen Nachbehandlungen unterzogen werden. Sorgfältigst gereinigte Objektträger sind hierzu unumgänglich nothwendig (man wasche sie mit abs. Alkohol, Aether ab), weil sonst das Wasser sich nicht in einer Schicht, sondern tropfenweise ausbreitet. Der Vorzug dieser Methode liegt darin, dass das völlig verdunstete Wasser sich bei eventueller Nachfärbung der Schnitte ganz indifferent verhält, während das Eiweiss, namentlich in einer gewissen Dicke aufgetragen, sich unter Umständen mitfärben kann und die Durchsichtigkeit des Präparates beinträchtigt. (Ueber das Aufkleben mit Farben vergl. T. 79.)

So zuverlässig diese Methode für Alkohol und Sublimatpräparate ist, so versagt sie öfters bei Objekten, welche mit Osmiumsäure, Chromsäure und deren Gemischen, mit Salpeter- und Pikrinschwefelsäure behandelt wurden. In solchen Fällen wendet man sich am besten zur sogenannten Japanischen Methode, welche eine Kombination der beiden betrachteten Aufklebemethoden ist. Auf den Objektträger wird sehr wenig Eiweissglycerin gebracht und mit der Fingerbeere verstrichen, bis scheinbar kaum eine Spur Eiweissglycerin mehr vorhanden ist. Hierauf werden die so behandelten Objektträger in einem auf ca. 70 ° C. erhitzten Thermostaten gebracht, wobei das Eiweiss koagulirt. Dann klebt man die Schnitte auf die mit Eiweissglycerin versehene Fläche, wie oben angegeben, mit Wasser an (Reinke 95). Man kann sich auch in anderer Weise dadurch behelfen, dass man zu dem zum Aufkleben zu

benutzenden destillirten oder Brunnenwasser (etwa zu 30 ccm desselben) 1 Tropfen Eiweissglycerin oder Gummi arabicum zusetzt (vergl. auch Nusbaum).

52. Was die Celloidin-Präparate betrifft, so können sie zwar nicht mit gleicher Sicherheit aufgeklebt werden, lassen aber doch die Behandlung vieler Schnitte auf einmal zu: Man fängt in einer bestimmten Reihenfolge die Celloidinschnitte mit feuchtem, ungeleimtem Papier auf, indem man den Papierstreifen auf den auf dem Messer schwimmenden Schnitt einfach auflegt (s. T. 35); der Schnitt bleibt daran haften. In derselben Weise kann ein zweiter, dritter u. s. f. Schnitt mit demselben Papierstreifen aufgefangen werden, bis die ganze Fläche des Papierstreifens ausgenutzt worden ist. Eine Anzahl solcher mit Schnitten belegten Papierstreifen werden (damit sie während der weiteren Manipulationen nicht austrocknen) auf eine mit 70 % Alkohol befeuchtete Lage von Fliesspapier in geordnete Reihen gelegt. Es wird nun auf einer entsprechend grossen Glasplatte sehr flüssiges Kollodium, nach Art, wie es die Photographen thun, dünn ausgebreitet. Wenn die Kollodiumsschicht eingetrocknet ist, so legt man den Papierstreifen, mit den Schnitten nach unten auf die Glasplatte auf und bestreicht die Rückseite des Papiers vorsichtig mit dem Finger; ebenso verfährt man mit den anderen vorhandenen Streifen, bis die Glasfläche ausgenutzt ist. Das Papier kann nun vorsichtig abgehoben werden, wobei die Schnitte an der Kollodiumschicht in der Regel haften bleiben. (Vor dem Austrocknen müssen die Schnitte stets durch Befeuchten mit 70 % Alkohol geschützt werden.) Auf die Fläche der Glasplatte, auf welcher sie ausgebreitet liegen, wird eine zweite Kollodiumschicht in derselben Weise wie die erste aufgetragen, wobei die Schnitte zuvor mit Fliesspapier abgetrocknet werden müssen. Ist diese zweite Kollodiumschicht ebenfalls trocken geworden, so muss die Platte sammt den Schnitten sofort in Wasser übertragen werden, in welchem letztere zugleich mit der doppelten Kollodiumschicht sich ablösen und weiter behandelt werden können. Vor dem Einschliessen kann die Kollodiumplatte mit der Scheere in passende Abtheilungen zerschnitten werden.

53. Die Aufklebemethoden sind namentlich von Wichtigkeit für die Anfertigung von Serien; darunter wird nichts anderes verstanden, als eine Anordnung der Schnitte in ihrer natürlichen Reihenfolge und daher die Möglichkeit erhalten bleibt, das Objekt aus den Schnitten heraus zu rekonstruiren.

Kommt es auf die Reihenfolge nicht an, so kann man das Aufkleben der Schnitte öfters umgehen und sie einzeln behandeln. Paraffinschnitte kommen dann zuerst in's Wasser; sie strecken sich an der Oberfläche desselben aus und werden dann abermals in abs. Alkohol gebracht.

Bevor aufgeklebte oder nicht aufgeklebte Paraffinschnitte weiter behandelt werden, muss das sie umschliessende Paraffin entfernt werden, was mit irgend einem Paraffin-lösenden Mittel, z. B. Toluol, Xylol, Terpentinöl u. s. w. geschieht. Nachdem das Paraffin gelöst ist, werden sie in Alkohol abs. übertragen und hierdurch zur weiteren Behandlung mit wässerigen oder schwach alkoholischen Lösungen zugänglich gemacht. Bei den Celloidinschnitten muss man darauf achten, falls es wünschenswerth ist, die schützende Celloidinhülle zu erhalten, dass die Präparate nicht mit Celloidin lösenden Mitteln in Berührung kommen. Diese sind Alkohol von 95 % aufwärts, Aether, einige ätherische Oele, namentlich das Nelkenöl, nicht aber Origanum-, Cedernholz-, Lavendelöl etc.

2. Die Färbung.

54. Es ist in den meisten Fällen nöthig, die Objekte zu färben, da hierdurch manche Strukturverhältnisse deutlicher hervortreten und zwar aus dem Grunde, weil bestimmte Theile der Gewebe mehr, andere weniger Farbstoff in sich aufnehmen. Es tritt eine Differenzirung im Präparat auf, welche eine genauere Analyse ermöglicht. Besonders wichtig sind diejenigen Tinktionsmittel, welche hauptsächlich die Kerne tingiren.

Man kann das Präparat in einem oder in mehreren Farbstoffen färben, wobei verschiedene Gewebstheile sich verschieden färben können; man kann demnach Einfach- und Mehrfachfärbungen ausführen.

55. Gewisse Farbstoffe eignen sich auch zu einer sogenannten Stückfärbung, d. h. einer Färbung der ganzen Objekte, noch bevor sie geschnitten werden. Bei der nun folgenden Reihe der Farbstoffe eignen sich zur Stückfärbung ganz besonders das Borax-Karmin, Parakarmin, Hämalaun, das R. Heidenhain'sche Hämatoxylin etc. (s. weiter unten).

a) Schnittfärbungen.

α) Karmine. 56. Wässerige Borax-Karminlösung: 8 g Borax werden mit 2 g Karmin verrieben und 150 ccm dest. Wasser hinzugefügt; nach 24 Stunden wird die Flüssigkeit vom Bodensatz abgegossen und filtrirt. Die von Paraffin befreiten und mit Alkohol behandelten Schnitte werden in dieser Flüssigkeit einige Stunden (bis 12) belassen und eben so lange in einer ½—1 % Salzsäure in 70 % Alkohol ausgewaschen. Darauf werden sie in reinen 70 % Spiritus übertragen.

57. Alkoholische Borax-Karminlösung: 3 g Karmin und 4 g Borax werden in 93 ccm Wasser zur Lösung gebracht und dazu 100 ccm 70 % Alkohol zugesetzt, längere Zeit umgerührt, dann stehen gelassen und schliesslich filtrirt. Behandlung der Schnitte genau wie in 56.

58. Parakarmin ist diejenige Karminlösung, die am meisten Spiritus enthält und ist schon deshalb von grossem Werth. Karminsäure 1 g, Chloraluminium ½ g, Chlorcalcium 4 g, werden in 100 ccm 70 % Spiritus gelöst. Das Parakarmin färbt rasch, es tritt aber nicht leicht eine Ueberfärbung ein und eignet sich die Farbe besonders deshalb für Färbungen grösserer Stücke. Ausgewaschen wird in 70 % Spiritus, bei Ueberfärbung mit Zusatz von ½ % Chloraluminium oder 2,5 % Eisessig. (P. Mayer **92.**)

59. Cochenille-Lösung nach Czocor: 7 g pulverisirter Cochenille und 7 g gebrannter Alaun werden in 100 ccm Wasser suspendirt und unter Umrühren auf die Hälfte eingekocht. Nach dem Erkalten wird filtrirt und etwas Karbolsäure hinzugesetzt. Diese Flüssigkeit färbt ziemlich schnell, überfärbt aber nicht. Bevor die Schnitte mit Alkohol behandelt werden, müssen sie mit dest. Wasser gewaschen werden, weil sonst der Alaun durch Alkohol auf den Schnitt niedergeschlagen wird.

Partsch empfiehlt folgende Cochenillelösung: fein zerriebene Cochenille wird mit einer 5 % wässerigen Alaunlösung längere Zeit gekocht und nach dem Erkalten filtrirt. Man setzt dann eine Spur Salzsäure hinzu. Färbt Schnitte in 2—5 Minuten.

60. Alaun-Karmin (Grenacher): 100 ccm einer 3—5 % Lösung des gewöhnlichen oder des Ammoniak-Alaun werden mit ½—1 g Karmin vermengt, ¼ Stunde gekocht und nach dem Erkalten filtrirt. Diese Flüssigkeit färbt rasch und überfärbt nicht. Die Schnitte mit Wasser ausgewaschen.

β) Hämatoxyline. 61. Die einfachste Färbelösung ist das wässerige Alaun-Hämatoxylin nach Böhmer: 1 g Hämatoxylin wird in 30 ccm abs. Alkohol gelöst und diese Lösung in 1/3 % wässerige Alaunlösung hineingetröpfelt bis eine violette Farbe zum Vorschein kommt. Man lässt das Ganze offen, vor Staub geschützt etwa 14 Tage stehen, wobei die violette Farbe in eine blaue übergeführt wird. Aufgeklebte oder nicht aufgeklebte Schnitte kommen in diese Lösung, die sehr rasch färbt und werden etwa nach einer 1/2 Stunde mit Wasser ausgewaschen. Ist eine deutliche Kernfärbung vorhanden, so kann mit Alkohol weiter gearbeitet werden. Ist aber eine Ueberfärbung eingetreten, welche sich dadurch dokumentirt, dass auch andere Gewebstheile intensiv blau erscheinen, so dass die Kerne nicht mehr scharf genug hervortreten, so behandle man die Schnitte mit einer 1/10 % wässerigen Salzsäurelösung, bis die blaue Farbe in eine hell-violette übergegangen ist; dann spüle man die Schnitte längere Zeit mit Wasser ab und behandle sie mit Alkohol.

62. Delafield'sches Hämatoxylin: um 600 ccm Flüssigkeit zu erlangen, löse man 4 g des krystallinischen Hämatoxylins in 25 ccm abs. Alkohol. Diese Lösung wird mit 400 ccm einer konzentrirten Alaunlösung vermengt. Dieses Gemenge wird 4 Tage lang offen stehen gelassen, filtrirt und je 100 ccm Glycerin und Methylalkohol hinzugegossen. Nach ein paar Tagen wird abermals filtrirt. Diese Flüssigkeit wird entweder unverdünnt oder mit Wasser verdünnt gebraucht. Die Färbung geschieht wie mit Böhmer'schem Hämatoxylin.

63. Friedländer'sches Glycerinhämatoxylin besteht aus: Hämatoxylin 2 g, Kalialaun 2 g und je 100 ccm Glycerin, abs. Alkohol und dest. Wasser. Das Gemisch wird filtrirt und einige Wochen der Luft und dem Lichte ausgesetzt, bis der Alkoholgeruch verschwindet, dann abermals filtrirt. Färbt sehr rasch. Die Schnitte werden in Wasser ausgewaschen. Für Kerntinktionen für kurze Zeit in salzsauren Alkohol eingelegt.

Setzt man zum Friedländer'schen Hämatoxylin 10 ccm Eisessig und behandelt im Uebrigen ebenso, so bekommt man die Formel nach Ehrlich.

Da es ausserordentlich schwer ist, bei Färbungen mit Hämatoxylinlösungen den Zeitpunkt abzupassen, in welchem die Färbung der Schnitte unterbrochen werden muss, so empfiehlt es sich mit sehr verdünnten Lösungen zu arbeiten. So nimmt Rawitz **95** 1—3 Tropfen konzentrirten Glycerinalaunhämatoxylin und verdünnt sie mit 25—30 ccm dest. Wassers. Die Schnitte bleiben in der Flüssigkeit 24—48 Stunden; eine Ueberfärbung tritt nicht ein, die Färbung ist immer eine distinkte und klare (vergleiche auch Flemming **95**). Man kann die Präparate in einer dünnen Eosinlösung vorfärben (1—3 Tropfen einer konz. Eosinlösung auf 25—30 ccm dest. Wassers). Erythrosin ist noch mehr zu empfehlen.

64. Hämalaun (nach P. Mayer **91**): 1 g Hämatein wird in 50 ccm Alkohol von 90 % unter Erwärmen gelöst und zu einer Lösung von 50 g Alaun in 1 l Wasser unter Umrühren gegossen. Dann wird Thymol zugesetzt, um dem Schimmeln der Flüssigkeit vorzubeugen. Die Vorzüge des Hämalauns sind grosse: die Farbe kann sofort nach dem Bereiten benutzt werden, sie färbt rasch, überfärbt namentlich mit Wasser verdünnt nicht, dringt tief ein und ist mit Vortheil auch für grössere Stücke zu benutzen. Nach der Färbung wird mit destillirtem Wasser ausgewaschen.

65. Zu ausgezeichneten Resultaten, namentlich zur Hervorhebung bestimmter Strukturen der Zelle (Centralkörper) führt die von M. Heidenhain

92, 2 angegebene Färbung mit Eisenhämatoxylin. Die Fixirung erfolgt in Sublimat-Kochsalz (vergl. T. 19) 12—24 Stunden. Ebensolange wird mit fliessendem Wasser ausgewaschen und dann mit Alkohol von allmählich steigender Konzentration behandelt. Sehr dünne Schnitte (bei Amnioten nicht über 4 μ) werden mit Wasser aufgeklebt und kommen in eine $2^1/_2$ % wässerige Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydammon (Ferridammonium sulfuricum) auf 6—8 Stunden (auch länger). Nach sorgfältigem Abspülen mit Leitungswasser bringe man die Schnitte in eine Hämatoxylinlösung, welche man sich in folgender Weise darstellt: 1 g Hämatoxylin auf 10 ccm abs. Alkohol und 90 ccm dest. Wasser (nach Weigert [siehe Technik zum Nervensystem]). Diese Lösung muss längere Zeit (4 Wochen) offen stehen und vor dem Gebrauch mit dem gleichen Volumen dest. Wassers verdünnt werden. Gefärbt wird 24—36 Stunden, worauf die Schnitte in Leitungswasser leicht abgespült werden und abermals in die gleiche Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydammon gebracht werden, bis die gewünschte Differenzirung eingetreten ist (was man mit Hilfe einer Wasserimmersionslinse unter dem Mikroskop kontrolliren kann). Beim Uebertragen der Präparate in Balsam gebrauche man ausschliesslich Xylol. Wünscht man nebenbei auch das Protoplasma zu färben, so nehme man eine nachträgliche Färbung mit Rubin in schwach saurer Lösung vor (vergl. auch M. Heidenhain **96**).

γ) Teerfarben. 66. Besonders oft gebräuchlich als Kernfärbemittel ist das Safranin, vor allem werthvoll für Präparate, welche mit Flemmingscher Lösung und anderen Osmiumgemischen fixirt wurden. Die Safraninlösung wird folgendermassen hergestellt: man löst 1 g Safranin in 100 ccm abs. Alkohol und fügt noch 200 ccm dest. Wasser hinzu. Man färbt die Schnitte 24 Stunden und zieht mit einem schwach mit Salzsäure angesäuertem abs. Alkohol (1 pro Mille) aus. Nach kürzerer oder längerer Zeit geben sämmtliche Gewebstheile den Farbstoff ab und nur das Chromatin des Kernes bleibt gefärbt.

67. Eine Farbe, die sehr bequem zu handhaben ist, ist das Bismarckbraun: 1 g der Farbe wird mit 100 ccm Wasser aufgekocht und filtrirt; dann wird $^1/_3$ des Volumens abs. Alkohol zugesetzt. Das Bismarckbraun färbt rasch, überfärbt aber nicht. Ausgewaschen wird in abs. Alkohol. Es ist ebenfalls eine reine Kernfärbung.

68. Das Methylgrün färbt sehr rasch (Minuten): 1 g wird in 100 ccm dest. Wassers gelöst und 25 ccm abs. Alkohol zugesetzt. Man wäscht flüchtig mit Wasser ab, behandelt dann einige Minuten mit 70 % Spiritus, überträgt auf 1 Minute in abs. Alkohol etc.

69. In analoger Weise können auch andere, namentlich sog. basische Anilinfarben, angewendet werden. Besonders zweckmässig gestaltet sich die Anwendung des Thionin oder des Toluidinblau in verdünnter wässeriger Lösung. Die Kerne erscheinen dabei blau (der Schleim roth).

70. Wenn bestimmte Farben in Mischungen oder nacheinander auf denselben Schnitt angewendet werden, so färben sich nicht etwa alle Bestandtheile des Schnittes in der Farbe der Mischung, sondern die einen Theile färben sich mit der einen, die anderen mit der anderen Farbe. Dieses elektive Vermögen des Gewebes benutzt man zu Mehrfachfärbungen. Kommen zwei Farben in Betracht, so spricht man von einer Doppelfärbung.

71. Pikrokarmin nach Ranvier. In eine gesättigte Pikrinsäurelösung giesst man in Ammoniak gelösten Karmin bis zur Sättigung, verdampft die

Flüssigkeit bis auf 1/5 ihres Volumens und filtrirt nach dem Erkalten. Nun lässt man die Mutterlauge weiter verdunsten, wobei das Pikrokarmin in Form eines Pulvers zurückbleibt. Man wendet gewöhnlich eine 1 % Lösung des letzteren in dest. Wasser an.

Um Schnitte mit Pikrokarmin zu färben, setzt man einen Tropfen desselben zu einem auf einem Objektträger befindlichen Schnitte und färbt in einer feuchten Kammer 24 Stunden. Man setzt dann ein Deckglas auf das Präparat, saugt das Pikrokarmin mit einem Streifen Fliesspapier ab und lässt von der anderen Seite des Deckglases her einen Tropfen Ameisensäure-Glycerin (1 : 100) zufliessen. Nach Tagen kommt es zu einer richtigen Differenzirung des Präparates und kann man dann das angesäuerte Glycerin durch reines substituiren. An Objekten, die mit Osmiumsäure fixirt waren, erscheinen die Kerne roth, das Bindegewebe rosa, elastische Fasern kanariengelb, Muskeln strohgelb, Keratohyalin roth u. s. w.

72. Einfacher herzustellen ist das Weigert'sche Pikrokarmin: 2 g Karmin werden mit 4 ccm Ammoniak verrührt und 24 Stunden, geschützt vor Verdunstung, stehen gelassen; es werden dann 200 g konz. wässeriger Pikrinsäure hinzugesetzt; nach 24 Stunden füge man wenige Tropfen Essigsäure, die einen geringen Niederschlag, der auch beim Umrühren sich nicht löst, verursacht. Nach 24 Stunden wird filtrirt. Geht der erwähnte Niederschlag durch den Filter durch, so setze man etwas Ammoniak hinzu, bis er sich gelöst hat. Beide Pikrokarmine lösen mit Eiweiss angeklebte Schnitte ab.

73. P. Mayer's Pikromagnesiakarmin: Zu 1 Vol. Magnesiakarmin (Karmin 1 g, Magnesia usta 0,1 g mit 20 ccm dest. Wasser 5 Min. gekocht, auf 50 ccm verdünnt, dann filtrirt und mit 3 Tropfen Formol versetzt) setzt man 9 Vol. einer Lösung von pikrinsaurer Magnesia (200 ccm einer 0,5 % Lösung von Pikrinsäure in dest. Wasser mit 0,25 g kohlensaurer Magnesia bis zum Kochen erhitzen, absetzen lassen und filtriren [feste Pikrinmagnesia ist von Grübler in Leipzig zu beziehen]) hinzu. Man kann auch zu 1 Vol. Magnesiakarmin 4 Vol. der erwähnten Lösung von pikrinsaurer Magnesia und 5 Vol. des schwachen Magnesiakarmins in 100 ccm Magnesiawasser (0,1 g Magnesia usta mit 100 ccm gewöhnl. Wasser eine Woche lang unter öfterem Schütteln in Kontakt stehen, dann absetzen lassen, dann abgiessen) hinzusetzen. Auswaschen in dest., eventuell in Magnesiawasser. Färbt Schnitte rasch, kann auch zu Stückfärbungen benutzt werden.

74. Karmin-Bleu de Lyon (nach Röse). Man schicke eine Stück- oder Schnittfärbung mit Karmin voraus (Alaun- oder Boraxkarmin). Bleu de Lyon, das in abs. Alkohol gelöst und so weit mit dem letzteren verdünnt wird, dass die Lösung nur ganz schwach bläulich erscheint. Darin werden die Schnitte 24 St. lang nachgefärbt (blau färbt sich z. B. die sich bildende Knochensubstanz).

75. Als zweite Farbe wird öfters Pikrinsäure gebraucht, die dann entweder in wässeriger (eine gesättigte Lösung 1—3mal mit Wasser verdünnt) oder in alkoholischer Lösung (schwache Lösungen in 70, 80 und 100 % Alkohol) zur Anwendung kommt. Mit Karmin oder Hämatoxylin vorgefärbte Schnitte werden 2—5 Min. gefärbt, mit Wasser oder Alkohol ausgewaschen und in abs. Alkohol u. s. w. übertragen. Auch mit Safranin vorgefärbte Schnitte können mit einer alkoholischen Pikrinsäurelösung nachgefärbt werden. Letztere (in 70 % Alkohol) kann auch zum Auswaschen der in Boraxkarmin gefärbten Stücke (s. u.) dienen, wobei man ebenfalls eine eigenthümliche

Mehrfachfärbung erzielt. Auch kann man die Schnitte zuerst mit Pikrinsäure, dann etwa mit Alaunkarmin nachbehandeln.

76. Hämatoxylin-Eosin. Die mit Hämatoxylin vorgefärbten Schnitte kommen auf 5 Minuten in eine (1—2 ⁰/oo) wässerige Eosinlösung; dann werden sie mit Wasser so lange gespült, bis sie keine Farbe mehr abgeben. Nun werden sie kurze Zeit in abs. Alkohol ausgewaschen.

77. Hämatoxylin-Safranin nach Rabl **85.** Schnitte von mit Chrom-Ameisensäure oder mit Platinchloridlösung fixirten Präparaten werden mit Delafield'schem Hämatoxylin (s. T. 59) wenig gefärbt, dann mit Safranin 12—24 Stunden nachgefärbt und solange mit abs. Alkohol ausgewaschen, bis sie keine farbigen Wolken mehr abgeben.

78. Von den zahlreichen gebräuchlichen Dreifachfärbungen erwähnen wir hier nur die wichtigste, von Ehrlich und Biondi empfohlene Rubin S-Orange G-Methylgrün-Methode nach der von M. Heidenhain **92. 2** angegebenen Modifikation. Die besten Resultate werden an in Sublimat-Kochsalz fixirten Objekten gewonnen. Aus den drei angegebenen Farben werden konzentrirte wässerige Lösungen hergestellt (Rubin löst sich wie 1—5, Orange und Methylgrün wie 4—5). Die gesättigten wässerigen Lösungen werden in Proportionen von Rubin 4, Orange 7, Methylgrün 8 zusammengegossen. Die so erhaltene „Stammlösung" wird als Färbemittel in 50—100 facher Verdünnung mit dest. Wasser benutzt. Die möglichst dünnen, mit Wasser angeklebten Schnitte verbleiben 24 Stunden in der Farbe und werden dann entweder in reinem 90 ⁰/o Spiritus oder mit Zusatz von Essigsäure (1—2 Tropfen auf 50 ccm) solange ausgewaschen, bis die ablaufende Flüssigkeit farblos erscheint. Vor der Färbung ist es zuweilen vortheilhaft, die Schnitte mit einer Essigsäure (2 p. M.) 1—2 Stunden zu behandeln.

79. P. Mayer (**96**) empfiehlt, die Schnitte statt mit Wasser mit der Farblösung selber aufzukleben. Beim Erwärmen des Objektträgers färben sich die Schnitte energisch und es lassen sich Färbungen erzielen, die sonst nicht leicht zu Stande kommen. Bevor die Schnitte in Xylol (Entfernung des Paraffins) gebracht werden, müssen sie vollkommen trocken sein.

b) Stückfärbungen.

Anstatt die Schnitte einzeln zu färben, kann man die Objekte auch vor dem Schneiden färben (Stückfärbung). Eine Stückfärbung nimmt im Allgemeinen längere Zeit in Anspruch und sind dazu besonders folgende Farbstoffe geeignet:

80. Spirituöse Borax-Karminlösung (s. T. 57): Stücke von einem $^1/_2$ Centimeter Grösse verbleiben in der Farbe mindestens 24 Stunden und werden dann ebenso lange mit salzsaurem Alkohol ($^1/_2$—1 ⁰/o Säure) behandelt; dann werden sie mit einem 70 ⁰/o Spiritus ausgewaschen und schliesslich in 90 ⁰/o Spiritus übertragen. Grössere Stücke brauchen entsprechend länger.

81. Das Parakarmin. Anwendung wie für Schnittfärbung, was je nach der Grösse des Stückes entsprechend lange Zeit in Anspruch nimmt (s. T. 58).

82. Alaunkarmin nach Grenacher (s. T. 60), welches, wie wir sehen, nicht überfärbt. Nach kürzerer oder längerer Färbung, je nach der Grösse des Stückes, muss das Objekt mit Wasser ausgewaschen, dann in 70 ⁰/o und 90 ⁰/o Spiritus übertragen werden.

83. Hämalaun (s. T. 64), namentlich verdünnt mit Wasser, eignet sich für Stückfärbung gut. Nach der Färbung wird mit dest. Wasser gewaschen.

84. Auch mit Wasser stark verdünntes Böhmer'sches Hämatoxylin (s. T. 61), ähnlich angewendet wie Hämalaun, liefert bei kleineren Stücken präzise Färbungen.

85. Die Hämatoxylinfärbung von R. Heidenhain (86) ist besonders für Stückfärbung zu empfehlen.

Die in Alkohol oder in Pikrinsäure konservirten Objekte kommen in eine $^1/_3$ % wässerige Hämatoxylinlösung auf 24 Stunden und werden dann ebenso lange mit einer $^1/_2$ % wässerigen Lösung von chromsaurem Kalium, welche so oft gewechselt werden muss, bis keine Farbwolken mehr auftreten, behandelt, darauf mit Wasser ausgewaschen und allmählich in starken Alkohol übergeführt. Diese Farbe färbt auch das Protoplasma, ist aber eine so intensive, dass sehr dünne Schnitte eine unerlässliche Bedingung für die Klarheit des Präparates sind.

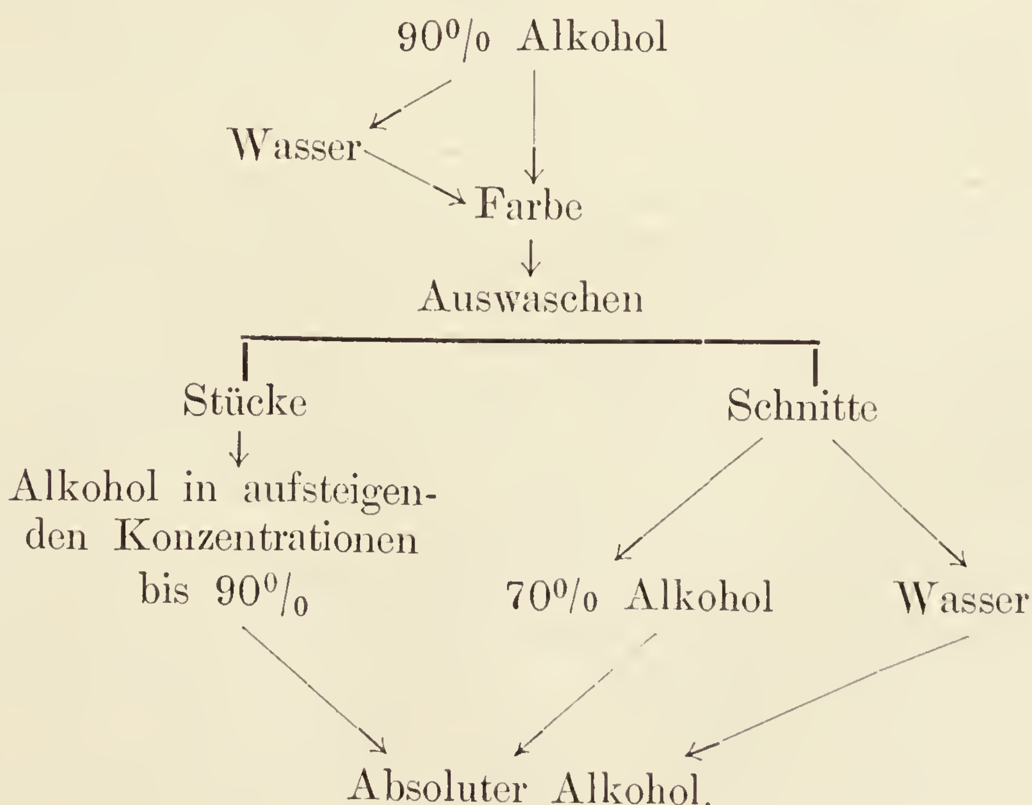
86. Wurden die Stücke vorher mit Pikrinsäure fixirt und ist die Pikrinsäure nicht ganz ausgewaschen, so liefern die Stückfärbungen mit den aufgezählten Farben Doppelfärbungen.

87. Die so in Stücken gefärbten Präparate können nach den gewöhnlichen Regeln durchtränkt und geschnitten werden, wobei die Schnittfärbung, falls man nicht mit der bereits vorhandenen Färbung eine zweite kombiniren will, wegfällt.

88. Im Ganzen gestaltet sich die Behandlung eines Objektes so, dass man dasselbe zuerst in irgend einer der oben angegebenen Konservirungsflüssigkeiten fixirt, dann sorgfältig auswäscht und dann in gewissen Fällen in Stücken, also noch vor dem Durchtränken mit Paraffin oder Celloidin, färbt; oder die Färbung auf später verschiebt und die Schnitte dann entweder einzeln ohne sie aufzukleben tingirt (im letzteren Falle können sie also der Reihe nach nicht mehr auf einem Objektträger aufgeklebt werden), oder sie zuerst serienweise auf dem Objektträger befestigt.

89. In allen Fällen entferne man vor dem Färben das Paraffin. Sind die Schnitte gefärbt und ausgewaschen, so kommen sie zuletzt in abs. Alkohol, falls man sie später zur längeren Aufbewahrung in harzige Substanzen überführen will; man kann sie indessen auch in Glycerin oder Kali aceticum aufheben, in welche sie direkt aus destillirtem Wasser herübergeführt werden.

90. Bei der Färbung der Schnitte und Stücke gilt also folgendes Schema:



E. Anfertigung von Dauerpräparaten.

Die harzigen, zum Einschluss des Präparates gewöhnlich dienenden Massen sind 1. der Kanadabalsam und 2. der Damarharz.

91. Der im Handel käufliche Kanadabalsam ist meistens in Terpentin gelöst; man dampft denselben langsam in einer Schale ein und löst ihn dann in Xylol, Toluol oder in Chloroform u. s. w. auf. Die passende Konzentration der Lösung wird man bei einiger Uebung bald errathen: eine dicke Kanadabalsamlösung dringt viel schwerer in die Interstitien des Schnittes ein und enthält meistens Luftblasen, die oft die besten Stellen des Präparates verdecken und nur mit Mühe, am besten durch gelindes Erwärmen auf einer Flamme, weggebracht werden können. Dünnere Lösungen haben andere Nachtheile: sie verdunsten sehr rasch und der Raum zwischen Objektträger und Deckglas muss immer wieder von Neuem mit Kanadabalsam gefüllt werden; letzteres thut man am besten so, dass man an einem Glasstabe einen Tropfen der Lösung hängen lässt und denselben an den Rand des Deckgläschens bringt; durch Kapillarität breitet sich dieser Tropfen zwischen Objekt- und Deckglas aus. Das Trocknen des Kanadabalsams geht überhaupt ziemlich langsam vor sich und ist durchaus abhängig von der jeweiligen Temperatur. Man bedient sich deshalb mit Vortheil eines Thermostaten, in welchen man die Präparate hineinbringt und in welchem sie ungefähr nach 24 Stunden eine Trockenheit erreichen, die die Beobachtung mit Immersionslinsen gestattet (das Immersionsöl muss nach dem Beobachten vom Deckgläschen stets abgewischt werden, was nur dann ohne Verrücken des letzteren geht, wenn der Balsam vollständig eingetrocknet ist und das Deckgläschen festhält).

92. Der Damarharz wird vorzugsweise in Terpentinöl und Benzin zu gleichen Theilen gelöst und hat den Vorzug, die Präparate nicht so stark aufzuhellen wie der Kanadabalsam. Sonst wird er wie letzterer angewandt.

93. Da der Alkohol sich mit Kanadabalsam und Damarharz nicht mischt, so bedient man sich, um die Objekte in diese Substanzen zu bringen, auch hier einer Zwischenflüssigkeit, als welche ätherische Oele, Xylol, Toluol etc. gebraucht werden.

94. Hat man aufgeklebte Schnitte einzuschliessen, so ist das Verfahren ein einfacheres. Man benetzt die die Schnitte enthaltende Fläche des Objektträgers, der vorher in abs. Alkohol war, etwa mit Xylol, oder, was noch besser ist, bringt das ganze Präparat in ein Gefäss mit Xylol, wo man es verweilen lässt (Minuten), bis die Diffusionsströme aufgehört haben, was man mit blossem Auge sieht; dann nimmt man den Objektträger heraus und lässt das haftende Xylol in das Gefäss zurück abfliessen, wischt dann die Rückseite und die Kanten des Objektträgers mit einem Tuch trocken ab und legt das Präparat mit den Schnitten nach oben vor sich auf den Tisch. Nun bringt man einen Tropfen Kanadabalsam etwa an die linke Seite des die Schnitte enthaltenden Quadraten und fasst ein vorher sorgfältig geputztes Deckgläschen mit einer Pincette an; bei einiger Uebung lernt man dieses auch mit den Fingern zu thun, wobei man sich hüten muss, die Flächen des Deckgläschens zu berühren: man fasst es nur an den Rändern an und legt

den freien Rand derart auf den Tropfen des Kanadabalsam auf, dass letzterer nur die Unterfläche des Deckgläschens benetzt, worauf man dasselbe langsam zu senken beginnt und sieht zu, dass der Kanadabalsam sich gleichmässig ausbreitet und keine Luft schöpft. Ist dieses geschehen, so ist das Präparat fertig und kann zum Trocknen in den Thermostaten gebracht werden.

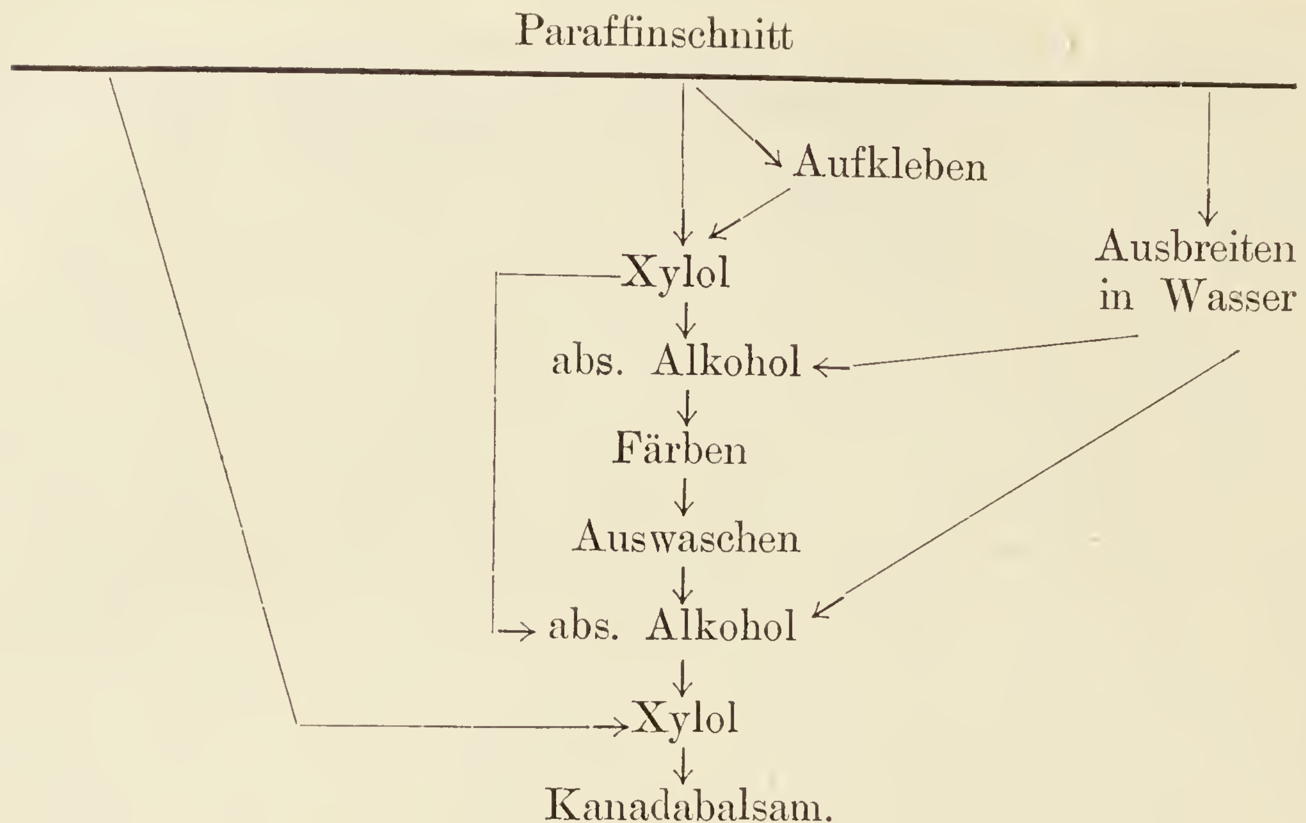
95. Hat man nicht aufgeklebte Schnitte, so bediene man sich eines Spatels, um sie aus dem abs. Alkohol etwa in Nelkenöl (da Xylol sehr rasch verdunstet) und von diesem auf den Objektträger zu bringen; dabei muss darauf geachtet werden, dass der Schnitt auf dem Spatel vollkommen ausgebreitet liegt, eventuelle Falten kann man mit einer Nadel ausgleichen (namentlich ist diese Vorsicht nöthig, wenn der Schnitt aus dem Nelkenöl auf den trockenen Objektträger kommt). Beim Herabziehen des Schnittes von dem Spatel (mit einer Nadel) kommt eine geringe Menge Nelkenöl mit auf das Glas und muss möglichst entfernt werden, sei es durch Abfliessen oder durch Absaugen mit Fliesspapier; dann schliesst man den Schnitt in Kanadabalsam wie vorher ein, wobei man darauf achten muss, dass bei der Ausbreitung des Kanadabalsamtropfens der Schnitt nicht an den Rand des Deckgläschens zu liegen kommt. Ist indessen letzteres geschehen, so thut man am besten das Deckgläschen wieder aufzuheben, um von Neuem einzuschliessen. An dem Deckgläschen darf nicht gerückt werden.

96. In einzelnen Fällen ist es rathsam, beim Einschliessen des Präparates (so namentlich bei den dem Nelkenöl gegenüber empfindlichen Farbestoffen) das Nelkenöl entweder gar nicht zu benutzen (statt dessen andere ätherische Oele, auch Toluol, Xylol oder Aehnliches) oder dasselbe mit Toluol vom Objektträger behutsam wegzuspülen.

97. Um in Glycerin oder Kali aceticum (33% Lösung in dest. Wasser) einzuschliessen, Methoden, die für solche Schnitte, welche nach der Färbung nicht mehr mit Alkohol in Berührung kommen und nicht zu stark aufgehellt werden sollen, von Vortheil sind, bringe man die Schnitte aus dem Wasser auf den Objektträger, bedecke sie mit einem Tropfen Glycerin oder Kali aceticum und lege ein Deckgläschen auf.

98. Um solche Präparate längere Zeit aufzubewahren, müssen Glycerin oder Kali aceticum luftdicht abgeschlossen und das Deckgläschen fixirt werden. Hierzu bedient man sich der sogenannten Umrandungsmassen, mit welchen man das Deckgläschen umzieht. Diese Massen haften am Glase, erstarren, verbinden das Deckgläschen mit dem Objektträger und schliessen das Objekt luftdicht ab. Besonders geeignet für diese Zwecke ist der Krönigsche Lack. Er wird folgendermassen angefertigt: 2 Theile Wachs werden geschmolzen, hierzu stückweise 7—9 Theile Kolophonium unter Umrühren zugesetzt. Man kann die Masse heiss filtriren. Vor Anwendung einer Oelimmersion empfiehlt es sich, den Rand mit alkoholischer Schellacklösung zu überstreichen.

99. Die verschiedenen Möglichkeiten bei der Behandlung des Paraffinschnittes können durch folgendes Schema (zum Theil nach Böhm & Oppel) ausgedrückt werden:



F. Anleitung zum Injektionsverfahren.

100. Zuletzt seien hier noch einige Bemerkungen über die Injektion der Gefässe eingeschaltet, vermittelst welcher man die Beziehungen der letzteren zu den benachbarten Geweben kennen lernt. Die Injektion ist unerlässlich beim Studium der Verbreitung der Kapillaren, welche sonst so stark kollabiren, dass sie als solche nur schwer erkannt werden können. Dieses Verfahren besteht darin, dass man die Gefässe mit einer zu mikroskopischen Zwecken geeigneter und für die Schnittmethoden zugänglichen Masse füllt. Solcher Massen giebt es eine Anzahl und überhaupt ist die Injektionstechnik zu einem ausgedehnten selbständigen Kapitel der anatomischen Technik geworden.

Als Injektionsmassen für Blutgefässe sind Gelatinemassen im Gebrauch und wir führen hier eine rothe und eine blaue an.

101. Die erstere ist eine Gelatinkarminmasse und wird folgendermassen vorbereitet: 1. Es wird ein Karminbrei hergestellt, indem man etwa 4 g Karmin mit 8 ccm Wasser übergiesst und sorgfältig verreibt. In diesen Brei giesst man soviel Ammoniaklösung hinzu, bis das Ganze lackfarben, d. h. dunkelkirschroth und durchsichtig geworden ist. 2. 50 g feinster Gelatine werden in destillirtem Wasser auf 12 Stunden gelegt, bis die Gelatine aufgequollen ist. Die Letztere wird mit Händen ausgepresst und etwa in einer Porzellanschale, bei ungefähr 70° C. geschmolzen. Nun wird die Lösung 1 zur Lösung 2 unter beständigem Umrühren vorsichtig in kleinen Mengen hinzugefügt, bis eine vollständige Mischung beider Flüssigkeiten erzielt worden ist. Zu dieser Masse tröpfelt man etwa 25 % Essigsäure solange hinzu, bis die Lackfarbe in eine ziegelrothe und undurchsichtige Farbe eben umzuschlagen anfängt, was von einem einzigen Tropfen Essigsäure abhängt. Während dieser Procedur muss die Masse stets auf 70 % erwärmt bleiben und immer umgerührt werden. Schliesslich wird sie neutral oder schwach sauer (ammoniakalisch reagirende Massen diffundiren durch die Gefässwände) und kann durch Flanell warm filtrirt werden (Wärmefilter).

102. Die blaue Masse wird mit im Wasser löslichen Berlinerblau hergestellt. Man fertigt feine gesättigte Lösung und fügt sie zu einer auf

70 ⁰ erwärmten Gelatinelösung in Wasser (wie vorher), bis die gewünschte Intensität der Farbe erreicht ist.

103. Es sind auch fertige Injektionsmassen im Handel vorhanden. Ausser den Erwähnten, auch solche, die mit chinesischer Tusche gefärbt sind etc.

104. Kleine Thiere werden entweder ganz injizirt, wobei man die Kanüle der Spritze in das linke Herz oder in die Aorta einführt, oder, bei grösseren Thieren, resp. bei genauer auszuführenden Injektionen, indem man in eines der zuführenden Gefässe des zu injizirenden Organes die Kanüle einführt. Eine passende Unterbindung einiger der übrigen Gefässe ist zu berücksichtigen u. s. w.

105. Vor der Injektion müssen die Thiere oder ihre Organe auf etwa 38 ⁰ C. durchwärmt werden (etwa im warmen Wasser), damit die Injektionsmasse nicht vor ihrem Eindringen in die feinen Gefässe erstarrt.

106. Jedenfalls empfiehlt es sich, noch vor der Injektion das Thier ordentlich ausbluten zu lassen, oder durch vorsichtiges Quetschen der betreffenden Organe möglichst viel Blut aus denselben zu entfernen.

107. Die mit Karmin injizirten Organe werden in Alkohol fixirt, dürfen aber mit Säuren und Alkalien nicht in Berührung kommen. Solche mit Berlinerblau injizirten Stücke pflegen für die Nachbehandlung weniger empfindlich zu sein. Blass gewordene Stücke (oder Schnitte) pflegen ihre blaue Farbe in Nelkenöl wieder zu erlangen.

108. Behandelt man die mit Berlinerblau injizirten Stücke oder Schnitte mit einer Palladiumchlorürlösung, so geht die blaue Farbe in eine tiefbraune über und diese Farbe bleibt unverändert (Kupffer).

109. An flachen Membranen und Schnitten können die Gefässwände auch in der Weise sichtbar gemacht werden, dass man durch Versilberung die Grenzen ihrer Epithelzellen darstellt. Dieses kann entweder so geschehen, dass man eine 1 ⁰/₀₀ Silbernitratlösung in die Gefässbahnen injizirt, oder aber nach dem Verfahren von Chrzonszczewsky eine ¹/₄ ⁰/₀ Silbernitratlösung in Gelatine einspritzt. Letzteres Verfahren ist von Vortheil, weil die Kapillaren nach der Erhärtung des injizirten Stückes praller gefüllt erscheinen. Die so behandelten Organe können geschnitten werden, die Epithelzeichnung der Gefässe erscheint aber erst, nachdem die Schnitte dem Lichte exponirt worden sind.

110. Mit den erwähnten Injektionsmethoden können auch andere Lumina, wie z. B. die der Drüsen, gefüllt werden. Dieselben füllen sich aber in der Regel mangelhaft, weil ihre Wände weniger resistent sind und sie vielfach blind auslaufen; die Injektionsmasse bewirkt daher oft Zerreissungen.

111. Für die Lymphbahnen, Lymphgefässe und Lymphspalten ist die Methode der Injektion durch Einstich üblich. Sie besteht darin, dass man eine zugespitzte Kanüle in das zu injizirende Gebiet durch Einstich einführt und unter möglichst konstantem und geringem Druck injizirt. Die Injektionsflüssigkeit breitet sich dann in Bahnen, welche den geringsten Widerstand bieten, aus. Hierfür werden in der Regel das wässerige Berlinerblau und die wässerige Silbernitratlösung benutzt, weil die dickflüssigeren Gelatinelösungen noch mehr Zerreissungen hervorrufen.

112. Für die Darstellung der Blutkapillaren und der Lymphbahnen ist das Verfahren von Altmann (79) von gewissem Interesse; es besteht darin, dass

man die Gefässe mit Olivenöl injizirt. Die Stücke werden dann mit Osmiumsäure behandelt, mit dem Gefriermikrotom geschnitten und mit Aqua Javelli (konz. wäss. Lösung des unterchlorigsauren Kalium) behandelt. Dabei lösen sich sämmtliche Gewebe auf und es bleiben die Ausgüsse der Gefässe als schwarze Stränge übrig (Korrosion). Die Behandlung dieser Präparate ist wegen der Brüchigkeit der Oelstränge eine äusserst minutiöse. Für die Lymphwege hat Altmann (ibid.) die sogenannte Fettimprägnation angegeben. Man legt frische Gewebsstücke, dünne Lamellen der Organe, Hornhaut u. s. w. in Olivenöl 1, absol. Alkohol $^1/_2$, Schwefeläther $^1/_2$ (auch Ricinusöl 2, Alkoh. abs. 1) auf 5—8 Tage. Dann werden die Stücke mehrere Stunden mit Wasser behandelt, wobei die äusserlich anhaftenden Fetttheilchen mechanisch entfernt und innerhalb der Lymphwege niedergeschlagen werden. Nun werden die Objekte mit Osmiumsäure behandelt, mit dem Gefriermikrotom geschnitten und korrodirt. Es empfiehlt sich hierbei, die Korrosionsflüssigkeit auf das 2—3 fache zu verdünnen.

Allgemeiner Theil.

I. Die Zelle.

Der thierische Organismus setzt sich aus Zellen zusammen. Sie wurden von Schleiden im Pflanzenreiche, von Schwann im Thierkörper ihrer Bedeutung nach als Elementarorganismen erkannt; aber erst nachträgliche Untersuchungen haben dargelegt, dass allen Organen, auch da, wo die Zelle als solche nur schwer zu erkennen ist, zellige Elemente zu Grunde liegen; kurz, überall, wo wir mit thierischem Gewebe zu thun haben, muss es unser Bestreben sein, dasselbe auf Zellen zurückzuführen. — Die einfachsten Formen im Thierreiche sind Wesen, welche nur aus einer Zelle bestehen (Protozoen). Auch in der Entwickelung der höheren Thiere ist die Anfangsstufe, das befruchtete Ei, eine Zelle, welche durch Theilung sich vermehrend, eine Anzahl von zunächst gleichartigen Zellen bildet. Durch Anpassung und Arbeitstheilung schlagen diese Zellen (Furchungskugeln) verschiedene Wege in der Entwickelung ein, sie differenziren sich, ändern ihre Form und Beschaffenheit und übernehmen verschiedene Funktionen. Die Grundform der Zelle hat man sich als eine kuglige vorzustellen.

Wir haben zunächst diejenigen Bestandtheile der Zelle zu berücksichtigen, welche ihr konstant zukommen, gleichgiltig, ob sie z. B. zu einer Epithelzelle oder zu einem wandernden Leukocyten geworden ist. Jede Zelle besteht aus dem Zelleib und dem im Zelleib liegenden Zellkerne.

A. Der Zellkörper.

Der Körper der Zelle besteht aus einer Substanz, die man Protoplasma (diese Bezeichnung brauchte zuerst Purkinje im Jahre 1840) nennt. Unter dem Begriff des letzteren versteht ein Histologe nicht etwa eine einheitliche Substanz von gleichmässiger physikalisch-chemischer Beschaffenheit, sondern ein Gemenge von verschiedenen zum grössten Theil nicht näher bekannten organischen Verbindungen, die der Hauptsache nach zu den Proteïn-

körpern, oder Eiweisstoffen im weitesten Sinne, gehören. Trotz der mannigfaltigen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung, weist das Protoplasma gewisse allgemeine, wesentliche Eigenschaften auf, die wir an ihm überall da, wo es vorhanden ist, finden.

Im einfachsten Falle lässt das Protoplasma bestimmt geformte Strukturen erkennen: es sind Fäden oder Platten, welche gerade oder geschlängelt verlaufen, sich verzweigen, mit einander verbinden und oft zu einem regelmässigen Gerüst gruppiren. Diese Fäden bestehen wahrscheinlich aus aneinander gereihten kleinen Körperchen, welche man Zellmikrosomen nennt (vergl. van Beneden **83**, M. Heidenhain **94** u. A.). Diese Substanz bezeichnen wir als Protoplasma im engeren Sinne (Kupffer **75**) oder als Filarmasse nach Flemming **82**. Die zwischen den Fädchen liegende, mehr flüssige Substanz ist das Paraplasma (Kupffer) oder die Interfilarmasse Flemming's.

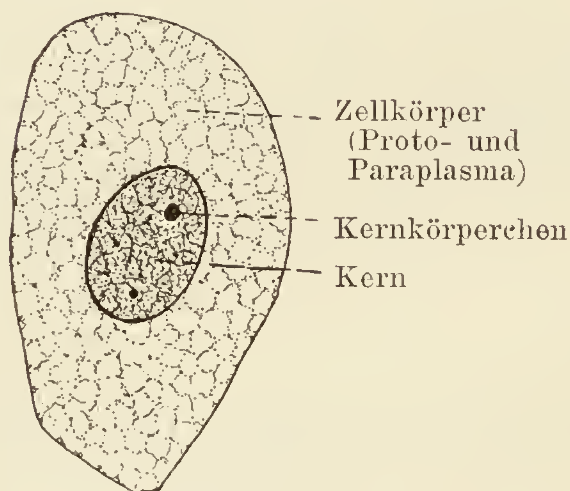


Fig. 3.
Zelle einer Talgdrüse des Menschen. 820mal vergr.

Die wichtigsten vitalen Vorgänge der Zelle sind nach der Ansicht der meisten Forscher an das Protoplasma gebunden und vom Kerne beherrscht, während dem Paraplasma eine untergeordnetere Rolle zukommt. J. Sachs und Kupffer (**96**) bezeichnen den reizbaren, vom Kerne beherrschten, die Ernährung bestimmenden und sich autonom vermehrenden Theil der Zelle als Energide. Hierbei nennt Kupffer die übrigen Theile der Zelle paraplastische Substanzen, kurz Paraplast.

Das Protoplasma äussert Bewegungserscheinungen, die sich einestheils durch Kontraktionen kund geben, anderentheils durch Bildung von Fortsätzen dokumentiren, welche entweder als stumpfe Höcker (Loben) oder als lange sich zuspitzende, mitunter verzweigte Fäden auftreten (Pseudopodien). Das Aussenden und Wiedereinziehen der Pseudopodien befähigen die Zelle ihren Aufenthaltsort zu wechseln: indem die Spitze eines solchen Fortsatzes an irgend einem Gegenstand kleben bleibt und den übrigen Theil der Zelle nachzieht, bewegt sich bei Wiederholungen dieses Prozesses, die Zelle kriechend weiter (Wanderzellen). Gewisse Zellen nehmen mittels ihrer Pseudopodien Fremdkörper in sich auf. Wenn die letzteren bestimmt sind ihr als Nahrung zu dienen, so werden sie assimilirt, wenn nicht, so können sie unter

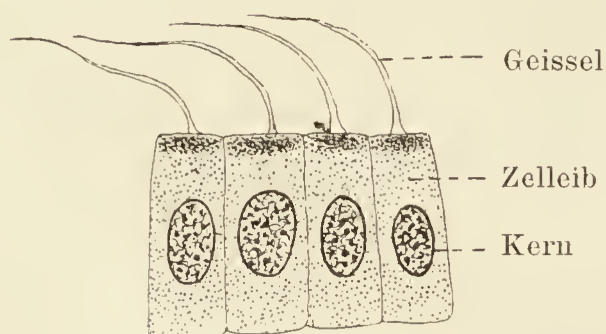


Fig. 4.
Cylindrische Geisselzellen aus der Urniere von Petromyzon Planeri. 1200mal vergr.

Umständen von der Zelle an bestimmten Orten deponirt werden (Metschnikoff's Phagocyten). Aehnliche fadenförmige, nicht mehr einziehbare Fortsätze sind an manchen Zellen in Gestalt von Cilien entwickelt, welche in lebhafte Bewegung versetzt werden können (Flimmerzellen). An gewissen Zellen ist nur ein einziger langer Fortsatz vorhanden, mittels welchen freie Zellen sich in rotirende oder fortschreitende Bewegungen versetzen können (Geisselzellen, Spermatozoen).

Auch im Innern des Zelleibes treten Bewegungserscheinungen des Protoplasmas auf, die auf Strömungen zurückzuführen sind, welche bei pflanzlichen Zellen öfters eine auffallende Regelmässigkeit der Richtung des Stromes zeigen. Aber auch die sogenannte Molekularbewegung kommt in Zellen vor: man sieht dann im Protoplasma suspendirte Körnchen sich lebhaft hin- und herbewegen (Brown).

Das lebende Protoplasma ist in hohem Grade reizbar und reagirt ausserordentlich lebhaft auf chemische und physikalische Agentien.

Sehr empfindlich ist dasselbe in Hinsicht der Temperatur. Alle Lebenserscheinungen vollziehen sich in der Wärme rascher, energischer als in der Kälte, was namentlich in den Bewegungserscheinungen der Zelle, wie auch in ihrer Fortpflanzung besonders auffallend zu Tage tritt. Man kann, indem man auf das Protoplasma verschiedene Temperaturen einwirken lässt, seine Bewegungen verlangsamen oder beschleunigen. Bei zu hohen und zu niederen Temperaturen stirbt es ab.

Gewisse Substanzen, welche in einer bestimmten Richtung die Zelle treffen, wirken entweder abstossend oder anziehend auf sie ein. Es sind Erscheinungen, welche man als negativen und positiven Chemotropismus (Chemotaxis) bezeichnet. Solche Wirkungen der chemischen Stoffe fallen natürlich bei verschiedenen wandernden Körperzellen wie auch bei bestimmten freilebenden einzelligen Wesen, je nach ihrer Beschaffenheit und Empfindlichkeit verschieden aus. Jedenfalls haben alle diese Erscheinungen, zu welchen auch die vom Wasser (Hydrotropismus) und Licht (Heliotropismus) ausgeübten Wirkungen zu rechnen sind, für die Beurtheilung mancher im Wirbelthierkörper vor sich gehenden Prozesse (z. B. bei der Entstehung von durch Mikroorganismen verursachten Krankheiten) eine grosse Bedeutung.

Das Protoplasma enthält Einschlüsse. Wir erwähnen zuerst die oft vorkommenden sogenannten Vakuolen; es sind mehr oder weniger scharf abgegrenzte Hohlräume, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt sind. Die Zahl und die Grösse dieser Vakuolen ist sehr variabel; die Flüssigkeiten, die sich in ihnen befinden, sind von sehr verschiedener Natur, aber immer vom Protoplasma selbst ausgeschieden. Da diese Flüssigkeiten in der Regel nach aussen befördert werden, so wird man begreiflicher Weise die Vakuolen dort am besten sehen, wo die Funktion der Zelle hauptsächlich im Secerniren besteht — da findet man oft grosse Blasen, die manchmal die ganze Zelle erfüllen können und schliesslich ihren Inhalt nach aussen entleeren (Drüsenzellen).

Inhaltskörper von festerer Beschaffenheit sind nur spezifisch gewissen Zellen eigen; solche Körper sind Fett, Pigment, Glykogen, Krystalle.

Durch diese Einlagerungen wird die Zelle mehr oder weniger verändert. Am meisten wird sie durch Produktion von Fett modifizirt; die Masse des letzteren nimmt in der Regel die Gestalt einer Kugel an, die die Lage der typischen Bestandtheile der Zelle stark beeinflusst. Weniger modifizirt wird sie durch Einlagerung von Pigment, das entweder im gelösten Zustande oder in Gestalt von feinen, zum Theil krystallinischen Körperchen im Protoplasma enthalten sein kann. Mehr diffus vertheilt ist das Glykogen, welches wir in embryonalen Zellen fast überall antreffen, beim Erwachsenen z. B. in den Leber- und Knorpelzellen. Ausnahmsweise finden sich in den thierischen Zellen grössere Krystalle, z. B. in den rothen Blutkörperchen einiger Knochenfische; in grösseren Mengen, sternförmige Figuren bildend, finden sie sich z. B. in abgestorbenen, im kühlen Raum gehaltenen Fettzellen (Margarinkrystalle).

Bei Anwendung bestimmter Methoden kann man im Protoplasma fast überall Granula nachweisen und manche Autoren verlegen die vitalen Eigenschaften des Protoplasmas gerade in diese Körper hinein (Altmann's Bioblasten **94**).

In einzelnen Fällen zeigt die äussere Protoplasmaschicht der Zelle Differenzirungen, welche zur Bildung einer isolirbaren Membran führen können (z. B. in Fettzellen, Knorpelzellen, Becherzellen etc.). Ist sie um die ganze Zelle gleichmässig entwickelt, so nennt sie F. E. Schulze Pellikula, ist sie einseitig ausgebildet, wie z. B. im Darmepithel, so wird sie Kutikula genannt. Man nimmt an, dass sowohl die Filar-, als auch die Interfilarmasse an der Bildung dieser Membran theilnehmen.

B. Der Kern.

Ein zweiter konstanter Bestandtheil der Zelle ist der Kern. In der Regel ist er scharf begrenzt und im einfachsten Falle ein rundes Bläschen, das aus mehreren Substanzen besteht und komplizirt gebaut ist. Von der Form des Kernes kann man sagen, dass sie im Allgemeinen der Gestalt der Zelle entspricht: bei langgestreckten Zellen ist er ebenfalls langgestreckt; er plattet sich ab, wenn die Zelle abgeplattet ist. In Fällen, wo sich eine Wanderzelle durch enge Spalträume hindurchdrängt, passt sich der Kern allen ihren Formveränderungen an, ohne dabei seine Form aktiv zu verändern. Er ist im Ganzen von einer weichen Beschaffenheit, kann mit Leichtigkeit durch Inhaltskörper des Protoplasmas eingedrückt werden, um später, wenn der Druck beseitigt ist, seine ursprüngliche Gestalt wieder anzunehmen: eine gewisse Elasticität ist ihm also nicht abzusprechen. Aber auch selbständige, vom Protoplasma nicht in Abhängigkeit stehende Bewegungen wurden an gewissen Kernen vielfach beobachtet.

Nur in seltenen Fällen ist die Form des Kernes eine ganz andere als die der Zelle und hier sind namentlich die Kerne der Leukocyten zu erwähnen, die oft mehrfach eingeschnürt, manchmal sogar ringförmig sind (Lochkerne). Bei gewissen Gliederthieren kommen verästelte Kernformen vor, die auch in den Hautdrüsen von Schildkröten angetroffen werden.

Die Grösse der Kerne im Verhältniss zur Zelle ist Schwankungen unterworfen; besonders grosse Kerne finden sich z. B. in jungen Eizellen, in gewissen Epithelzellen etc.

Das Innere des Kernes besteht zunächst aus einem Gerüste, in welchem Mikrosomen eingelagert sind. Bei Behandlung des Kernes mit bestimmten Färbestoffen nehmen allein die letzteren Elemente des Gerüstes den Färbestoff auf, weswegen man die sie zusammensetzende Substanz als Chromatin bezeichnet und ebenfalls von Chromatingerüsten spricht. Die übrigen Bestandtheile des Kernes bestehen aus Substanzen, welche sich bei der Anwendung der gleichen Färbemittel nicht färben und die man in Folge dessen als achromatische bezeichnet. Speziell den achromatischen Bestandtheil des Gerüstes, in welchem die Mikrosomen liegen, nennt man Linin. — Das Chromatin stellt man in chemischer Hinsicht zu den als Nucleine bezeichneten Eiweisskörpern.

Betrachtet man grössere Kerne, deren Chromatinfärbung eine wohl gelungene ist, so sieht man, dass die Mikrosomen in dichter Anordnung und reihenweise im Liningerüst liegen. Letzteres durchsetzt den Kern in allen Richtungen. Zwischen den Lininfäden befindet sich der sich ebenfalls nicht färbende Kernsaft (Interfilarmasse, Paralinin, Nucleoplasma), — eine Substanz von einer mehr flüssigen Beschaffenheit. In ihr findet man in jedem ruhenden Kerne einen oder mehrere sich ebenfalls färbende Körper von meistens runder Form. Diese Gebilde sind die Kernkörperchen oder echte Nucleolen; ihre Substanz färbt sich in ähnlicher Weise, wie die des Chromatins, aber etwas schwächer. Reagentien, namentlich solche, die das Chromatin lösen, aber nicht die Substanz der echten Nucleolen, beweisen, dass der Stoff, aus welchem die letzteren bestehen, von dem des Chromatins verschieden ist, — man nennt ihn das Paranuclein (F. Schwartz).

In manchen Fällen lassen sich im Linin Mikrosomen eigener Art nachweisen, die zu einer Substanz gehören, welche man als Lanthanin bezeichnet. Letztere Substanz äussert eine stärkere Affinität zu den sog. saueren Anilinfarben, im Gegensatz zu Chromatin, das hauptsächlich mit sog. basischen Anilinen sich färbt; daher auch die Namen Oxy- und Basichromatin [M. Heidenhain (**94**)].

Im Gegensatz zu den echten Nucleolen kommen in den Knotenpunkten des Lininnetzes, oft echte Nucleolen vortäuschende Netzknoten, vor, welche dichtere Ansammlungen von Chromatin sind.

Gegen den Zelleib ist der ruhende Kern gewöhnlich durch eine Membran, die in ihrer Beschaffenheit zum grössten Theile dem Chromatin ähnlich ist, abgegrenzt. Sie bildet in der Regel keine ganz kontinuirliche Lage, sondern zeigt Unterbrechungen, Lücken, in denen sich Kernsaft befindet; beide Substanzen, Kernsaft und Chromatin, sind dann Bestandtheile der Kernmembran und hängen mit den gleichnamigen Theilen des Kerninneren kontinuirlich zusammen. Ausserdem geht eine vom Protoplasma her sich differenzirende, dichtere Lage desselben in die Bildung der äussersten Schicht der Kernmembran ein.

Wie neue Arbeiten dargelegt haben, ist der Zusammenhang zwischen Kern und Protoplasma auch während der Ruhe ein viel innigerer, als man bisher glaubte (vergl. z. B. Reinke **94**).

Ein ruhender, d. h. nicht in Theilung begriffener Kern, ist also in der Regel ein scharf kontourirtes (Membran) Bläschen, das in seinem Innern ein chromatisches (Nuclein-) und ein achromatisches (Linin-) Gerüst zeigt und ausserdem noch Kernsaft (Paralinin) und Nucleolen (Paranuclein) enthält.

Nicht immer ist das Chromatin in Form eines Gerüstes im Kern vertheilt. In manchen Fällen, so z. B. in jungen Eiern gewisser Thiere (O. Hertwig **93**. 2), in den Spermatozoen, ist es zu einem kompakten Körper zusammengeballt. In den Eiern täuscht es dann oft einen echten Nucleolus (Keimfleck) vor, dieser besteht aber hier nicht aus Paranuclein, sondern aus Nuclein.

C. Kern- und Zelltheilung.

Die Zellen vermehren sich ausschliesslich durch Theilung und der Satz Virchow's (**55**): omnis cellula a cellula erhält fortwährend neues Beweismaterial. Die Phänomene, welche die Theilung einleiten, kommen zuerst im Kerne, dessen Bestandtheile sich hierbei in einer ganz bestimmten Weise umordnen und umbilden, besonders auffallend zur Beobachtung. Während der Kerntheilung wird die Beziehung der Kernsubstanz zum Protoplasma der Zelle eine sehr innige, was dadurch zu Stande kommt, dass die Kernmembran meist schon zu Anfang des Vorganges sich auflöst. Durch diesen Umstand ist jede scharfe Grenze zwischen Kern und Zellkörper während der mittleren Phasen der Kerntheilung geschwunden. In der Regel theilt sich die Zelle, die Mutterzelle in zwei unter sich und der Mutterzelle völlig gleiche Zellen, die Tochterzellen.

Der leichteren Verständlichkeit halber nehmen wir an, die Zelle, deren Theilung verfolgt werden soll, habe eine ellipsoidische Form, wie die Figg. 5—11 es zeigen. Wir können dann an der Zelle eine lange Achse, zwei den Achsenenden entsprechende Polregionen und eine Aequatorialebene

unterscheiden. Die Aequatorialebene steht senkrecht auf der Achse, ist von beiden Achsenenden gleich weit entfernt und geht durch das Centrum des Kernes. In dieser Ebene erfolgt die Theilung der Zelle (Figg. 12—15). Die hier sub a), b) und c) getrennt behandelten Prozesse gehen gleichzeitig vor sich und sind nur der Uebersicht halber jeder für sich geschildert. Gegenwärtig unterscheidet man zwei Arten der Kerntheilung, die Mitose oder indirekte Kerntheilung und die Amitose oder direkte Kerntheilung. Beide Vorgänge führen zur Bildung von zwei neuen Kernen, welche man zum Unterschiede vom Mutterkern, als Tochterkern bezeichnet.

1. Die Mitose (indirekte Kerntheilung).

a) Verhalten des Chromatins.

Am Anfang des Prozesses sieht man, dass das aus Mikrosomen bestehende Chromatingerüst sammt seiner Unterlage, dem Liningerüst, sich zu einem vielfach gewundenen, an der Kernperipherie gelegenen Fadenknäuel (Spirem) umbildet. Anfangs ist der Faden dick, wird aber allmählich dünner, wobei die Zahl der Windungen des Knäuels in entsprechendem Maasse zunimmt. Darauf tritt ein Zerfall des bisher noch zusammenhängenden Knäuels quer zur Längsrichtung seines Fadens in eine ganz bestimmte Anzahl einzelner Segmente (Chromosomen, Waldeyer 88). Diese biegen sich in der Regel in charakteristischer Weise zu zweischenkligen Schleifen in Form eines **U**. Die Umbiegungsstellen der Schleifen heissen ihre Scheitel. Allmählich nähern sich die Scheitel aller Schleifen dem Centrum des Kernes und bilden schliesslich, in der Aequatorialebene der Zelle, radiär angeordnet, eine charakteristische Sternfigur (Monaster) (Fig. 9).

Gewöhnlich in diesem Stadium, oder schon früher (in vielen Fällen aber auch in einem anderen der vorhergehenden Stadien) tritt der bedeutungsvolle Vorgang ein, dass jede Chromatinschleife sich der Länge nach spaltet: jede Schleife theilt sich zuerst an der Umbiegungsstelle; dann schreitet die Theilung fort, bis sie die freien Enden der Schleife erreicht hat. Dabei spaltet sich jedes der die Mutterschleife rosenkranzförmig zusammensetzenden Mikrosomen in zwei gleiche in die entsprechenden Tochterschleifen übergehenden Mikrosomen. Es werden also die kleinsten Partikeln Chromatins unter Beibehaltung der gleichen gegenseitigen Lage der Mikrosomen genau auf die beiden Schwesterchromosomen vertheilt. Nun wandern die Tochterschleifen mit ihrer Umbiegungsstelle voran, in entgegengesetzter Richtung, den Polen der Zelle (Umordnungsstadium) zu (Fig. 10—11). Die zu einem Tochterkern gehörigen Schleifen bilden um jeden Pol abermals eine Sternfigur (Dyaster). Sie verwachsen mit ihren freien Enden, so dass sie abermals eine Knäuelform bilden (Dispirem), deren Chromatinfäden nach und nach die Beschaffenheit der im ruhenden Kerne vorhandenen annehmen. Der letztere Prozess geht derart vor sich,

dass die nunmehr zu einem Faden verbundenen Schleifen seitliche Fortsätze treiben, welche sich untereinander verbinden, um nach und nach wieder ein Gerüst herzustellen. In allen diesen Phasen werden die Chromatinfortsätze selbstverständlich von der sie umhüllenden Lininsubstanz begleitet. Etwa zur Zeit, als die Chromosomen miteinander verschmelzen, erscheint (dem entsprechenden Pole gegenüber) die neue Kernmembran.

Auf diese Weise entstehen also aus einem Kern zwei Tochterkerne, indem das Chromatin des Mutterkernes genau in zwei gleiche Portionen getheilt worden ist.

b) Verhalten des Achromatins.

Neben diesen, während der Kerntheilung vor sich gehenden Veränderungen des Kernes treten Erscheinungen auf, welche sich theils an der achromatischen Substanz des Kernes abspielen, theils an Elemente gebunden sind, welche wahrscheinlich aus dem Protoplasma herstammen. — Schon in ruhenden Zellen kann man in günstigen Fällen wahrnehmen, dass im Protoplasma, dem Kerne genähert, ein stark lichtbrechendes Körperchen sich befindet, welches einfach, hantelförmig oder doppelt (in besonderen Fällen mehrfach) vorhanden sein kann.

Es ist üblich geworden, ein solches Körperchen als Centrosoma zu bezeichnen. (Neuerdings bezeichnet man es als Centriole [Boveri **95**], oder Centralkörper [M. Heidenhain **94**]).

Ein solches Körperchen (selten mehrere) ist in der Regel von einer fast homogen erscheinenden Mantelzone zunächst umgeben (Centrosoma Boveri **87**); diese homogene Zone geht peripher in eine granulirte über und diese letztere, während der Theilungsphasen, in eine aus Strahlen (Polradien) bestehende Figur über. Die Strahlen sind aus lineär angeordneten Körnchen, Zellmikrosomen, zusammengesetzt und zum Centralkörper radiär orientirt. (Den [oder die Centralkörper] mit der nächst gelegenen Mantelzone nennt M. Heidenhain Mikrocentrum).

Die ganze Figur: Centrosoma, Mantelzonen, event. sammt der Strahlenfigur, nennt man Astrosphäre.

Ist das Centrosoma (Centralkörper) in Einzahl vertreten, so sieht man, dass es sich am Anfange des Kerntheilungsprozesses (event. auch schon früher) verdoppelt und beide Centrosomen fangen nun auseinanderzurücken an, wodurch die Theilung der gesammten Astrosphäre eingeleitet wird: die Sphären rücken auseinander. Zwischen den Centrosomen bleiben aber in der Regel feine Brücken (die Substanz derselben nennt M. Heidenhain Centrodesmose) ausgespannt, welche der später zu erwähnenden, aus Fäden bestehenden Centralspindel den Ursprung geben und sich den Strahlen der Astrosphäre anschliessen.

Nach Boveri (95) lautet die Definition des Centrosomas folgendermassen: „Unter Centrosoma verstehe ich ein der entstehenden Zelle in der Einzahl zukommendes distinktes Zellenorgan, das, durch Zweitheilung sich vermehrend, die dynamischen Centren für die Entstehung der nächst zu bildenden Zellen liefert." „In günstigen Fällen sieht man das Centrosoma als einen homogenen kugeligen Körper mit einem darin gelegenen winzigen Centralkorn, Centriole." Wie schon angedeutet, haben die späteren Untersucher das Wort Centrosoma auf das übertragen, was Boveri (95) Centriole nennt und was M. Heidenhain Centralkörper bezeichnet. Die Konstanz dieses letzteren Gebildes scheint ebenfalls bewiesen zu sein.

Das Auseinanderrücken der Astrosphären dauert fort, bis beide einander gegenüberstehen und die zu dieser Zeit im Umordnungsstadium sich befindenden chromatischen Elemente zwischen sich fassen. Die Centralspindel ist währenddessen gewachsen, ihre Fäden laufen durchgehend von Sphäre zu Sphäre und heissen von nun an Verbindungsfäden. Selbst noch in der Phase des Tochtersternes sieht man die Verbindungsfäden immer noch kontinuirlich von Pol zu Pol verlaufen. Sie fangen erst dann an im Aequator der Zelle zu schwinden, wenn die Theilung des Zelleibes selbst beginnt.

Zur Zeit der Knäuelphase entwickeln sich aus der Lininsubstanz des Kernes ebenfalls achromatische Fäden, die an der Peripherie des Kernes verlaufen und sich an die in Längstheilung begriffenen Chromosomen ansetzen. Sie verbinden die Chromosomen mit je einer Astrosphäre und indem die Chromosomen an diesen Fäden wie auf Schienen gleiten, gelangen sie allmählich in die Nähe des entsprechenden Poles.

Nach der Ansicht von C. Rabl (85) bleibt im Kerne, auch nachdem er zur völligen Ruhe zurückgekehrt ist, eine polare, d. h. gegen die Astrosphäre centrirte Anordnung der Achsen der zu Mitom verschmolzenen Schleifen, mit den Schleifenwinkeln voran, erhalten. Hierdurch lässt sich im Kern auch in seiner Ruhe ein Pol- und Gegenpolfeld unterscheiden.

Hinsichtlich der Entstehung des Centrosomas sind die Ansichten noch getheilt. Einige Autoren leiten dieses Gebilde aus dem Kern her, andere aus dem Protoplasma. Bei der Entwickelung der Spermatozoen von Ascaris hat Brauer das Centrosoma im Kerne der Zelle liegend gesehen. J. Demoor konstatirte, dass bestimmte Gifte, die das Protoplasma lähmen oder abtödten, den Kern und Centralkörper nicht affiziren, Thatsachen, welche für die Zusammengehörigkeit beider Gebilde sprechen.

c) Verhalten des Zelleibes.

Die Theilung des Zelleibes wird in manchen Fällen durch eine äquatoriale Differenzirung der Verbindungsfäden (Spindelfasern) eingeleitet: man sieht in dieser Region Körnchenreihen auftreten, die eine zweireihige Anordnung annehmen. Nun beginnt die Zelle sich an ihrem Aequator einzuschnüren; die Einschnürung geht zwischen den beiden Körnchenreihen hindurch bis sie

die Zelle vollkommen halbirt hat. Erst jetzt ziehen sich die Fäden eines jeden Theilstückes nach dem Kerne zurück, der noch keine Membran gebildet hat, was erst im Stadium des Dispirems geschieht. Das Centrosoma mit dem Archiplasma liegt wiederum in der Region des Kernpoles, im Polfelde, während die Verbindungsfäden durch den Gegenpol in den Kern hineingezogen werden [v. Kostanecki (**92. 2**)]. Erst während dieser Phase bildet sich die Membran zuerst am Gegenpole aus, und der Kern nimmt nach und nach die Beschaffenheit eines ruhenden Kernes an. Die äquatoriale Differenzirung der Verbindungsfäden wurde im Pflanzenreiche zuerst beobachtet und als Zellplatte benannt. Bei den thierischen Zellen ist eine solche Zellplatte nur verhältnissmässig selten und auch dann in rudimentärer Form entwickelt [v. Kostanecki (**92. 1**)].

Zwischen den getheilten Zellen wurden mehrere in ihrer Tinktionsfähigkeit dem Chromatin nicht unähnlichen Körperchen beobachtet, die als Rudimente einer Zellplatte aufgefasst werden. Flemming nannte sie Zwischenkörperchen (**91. 1**).

d) Phasen der mitotischen Kerntheilung.

Den hier geschilderten Vorgang der indirekten Kern- und Zelltheilung gliedert man gegenwärtig, nach Strasburger (**84**) in drei Perioden: die erste Periode erstreckt sich vom Beginne der Theilung bis zum Beginn der bipolaren Anordnung der chromatischen Kernfigur (Umordnungsstadium) — Prophasen; die zweite Periode erstreckt sich von hier ab bis zur Zeit, zu welcher die Schleifen den Aequator verlassen und nach den Polen zu rücken anfangen — Metaphasen. Die Wiederherstellung des ruhenden Tochterkernes und die Zelltheilung umfasst die Stadien der Anaphasen.

Aber auch nach der Bildung der Tochterkernmembran haben Kern und Astrosphäre ihre normale Lage in der Zelle noch nicht erreicht. Es finden, wie M. Heidenhain nachgewiesen hat, Bewegungserscheinungen an beiden Gebilden statt, welche den Zweck haben, ihnen die normale Stellung in der Zelle zu geben (Telophasen M. Heidenhain **94**).

Aus unserer Beschreibung geht hervor, dass die Anaphasen gleiche Stadien aufweisen wie die Prophasen, nur in einer umgekehrten Reihenfolge. Hier ist das Resultat der ruhende Kern, während die Prophasen zu Metaphasen herüberführen.

Nach dem Modus der indirekten Kerntheilung theilt sich auch das befruchtete Ei; aus ihm gehen auf die geschilderte Weise die Furchungszellen (Blastomeren) hervor, aus welchen sich dann der ganze Embryo aufbaut.

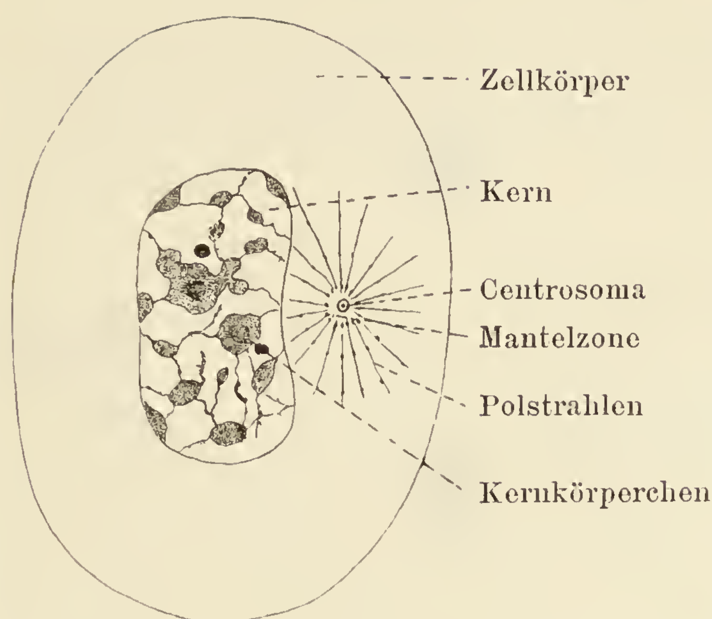


Fig. 5.



Fig. 6.

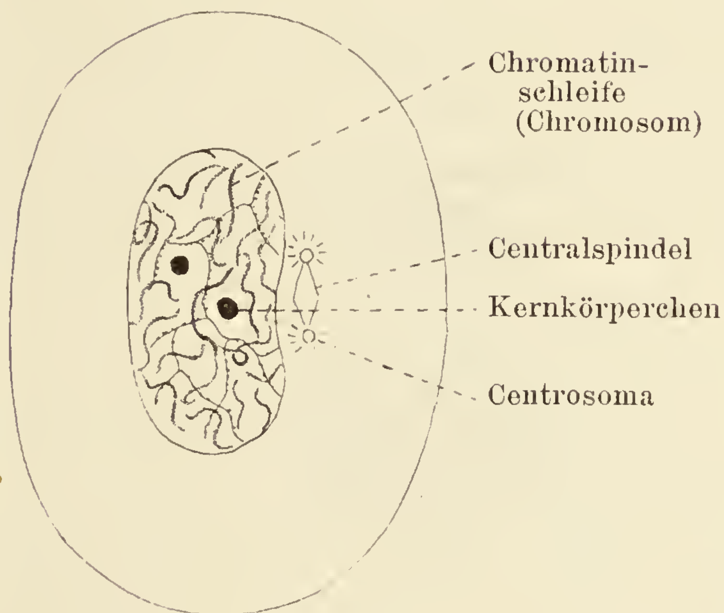


Fig. 7.

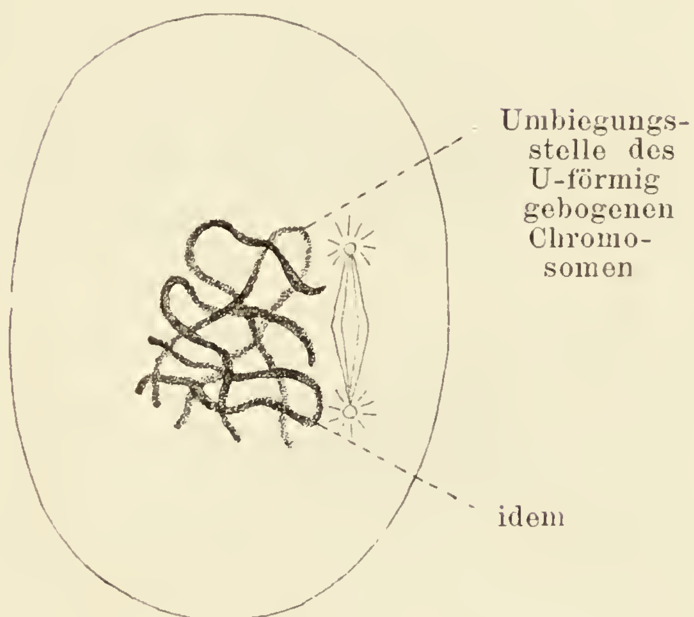


Fig. 8.

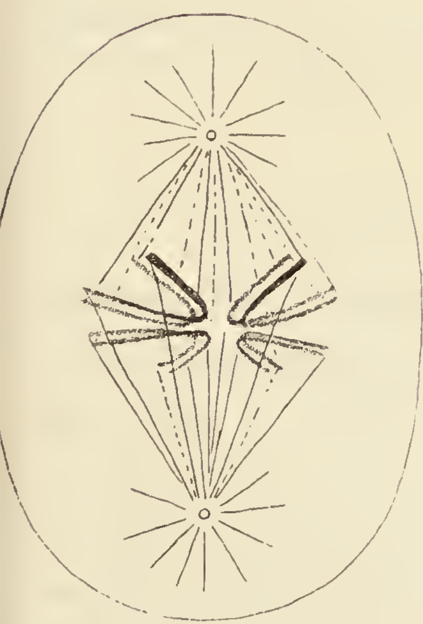


Fig. 9.

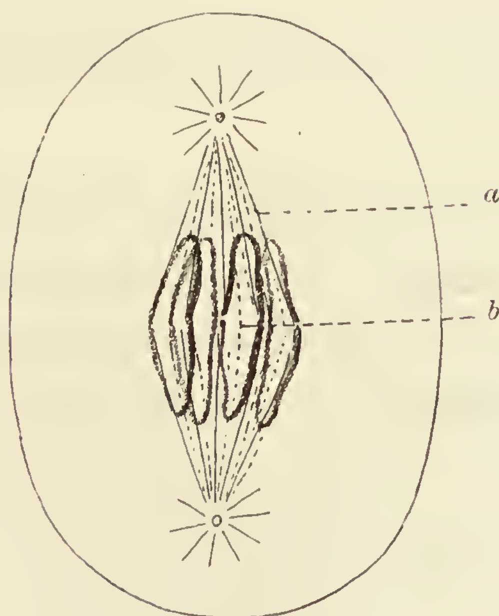


Fig. 10.

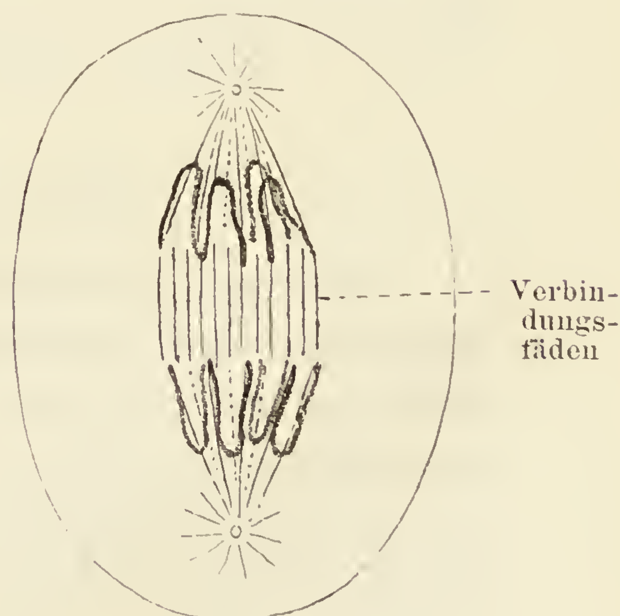


Fig. 11.

Schematische Darstellung des Zell- und Kerntheilungsvorganges.

Fig. 5—8 Prophasen; Fig. 9 und 10 Metaphasen; Fig. 11—15 Anaphasen.

Fig. 5 ruhender Kern; Fig. 6 dickfädiger und 7 feinfädiger Knäuel (Spirem); Fig. 8 Segmentirung des Spirema zu einzelnen Chromosomen; Fig 9 Längsspaltung der Chromosomen; Fig. 10 bipolare Anordnung der getheilten Chromosomen (Ende des Umordnungsstadiums); Fig. 11 Wanderung der Chromosomen nach den Polen.

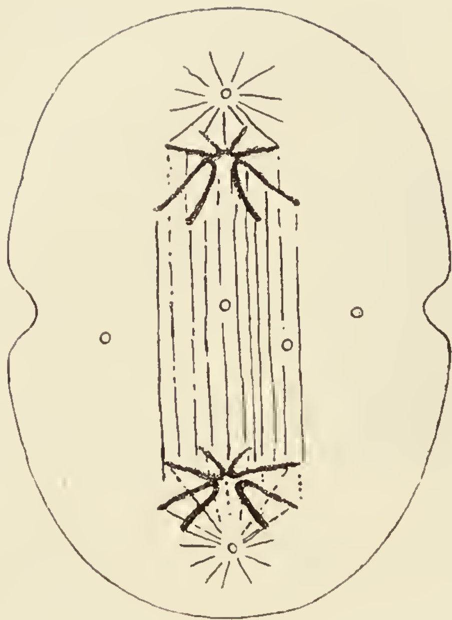


Fig. 12.

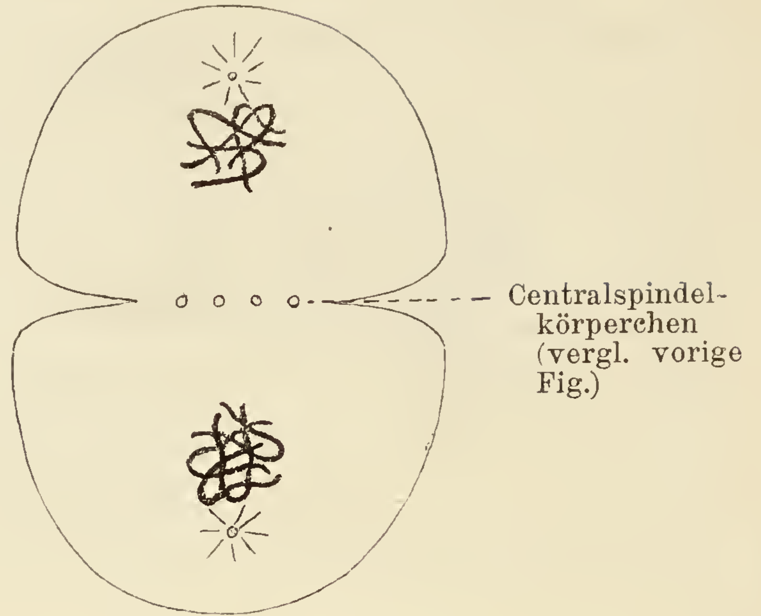


Fig 13.

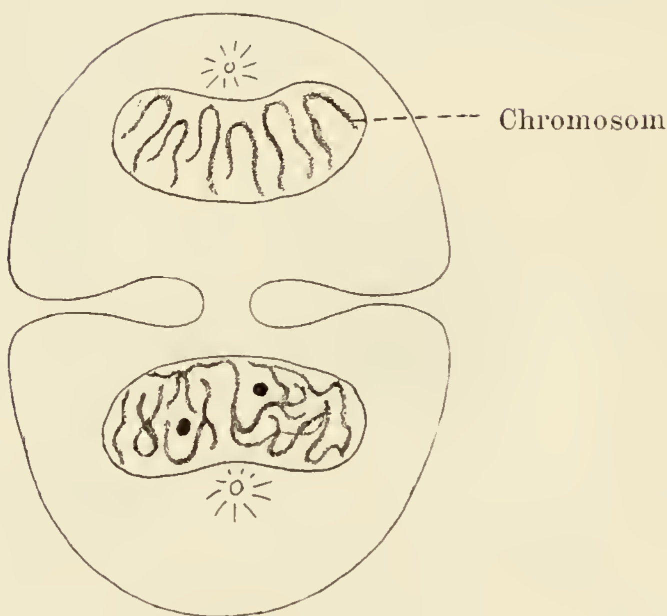


Fig. 14.

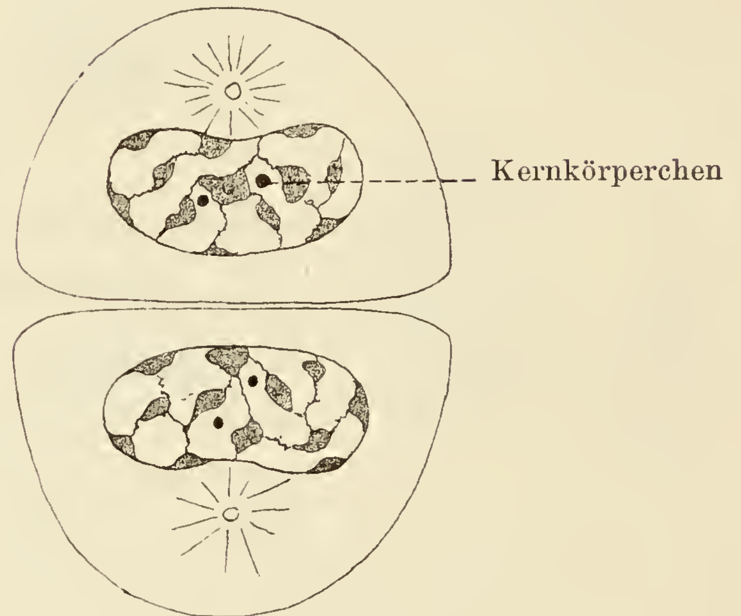


Fig. 15.

Fig. 12 Dyaster; Fig. 13 und 14 Ausbildung des Dispirems; Fig. 15 zwei Tochterzellen mit ruhenden Kernen. Der Einfachheit halber haben wir von Fig. 8—13 nur wenige Chromosomen eingezeichnet. Man sieht, dass in Fig. 12 auch der Zellenleib sich zu theilen beginnt.

e) Die heterotypische Form der Mitose.

Der eben geschilderte Modus der indirekten Kerntheilung ist der gewöhnliche; hievon abweichend ist z. B. die sogenannte heterotypische Theilungsform [Flemming (87)], die in gewissen Zellen des Hodens, z. B. den Spermatocyten, vorkommt und dadurch ausgezeichnet ist, dass die Anfangsstadien hier in Wegfall kommen, weil der Kern von Anfang an eine knäuelförmige Struktur besitzt. Die Längsspaltung und Längstrennung der Chromatinfäden erfolgt schon bei der ersten Spirembildung, darauf entsteht eine Phase, welche mit einer Sternfigur der gewöhnlichen Mitose verglichen werden kann, obwohl die freien Enden der Fäden hier. nur sehr selten deutlich zur Beobachtung kommen. Dies rührt daher, dass die Enden der Fäden bei der Längsspaltung verbunden bleiben, oder, wenn eine gänzliche Trennung erfolgt,

abermals verkleben. Auf diese Weise entstehen geschlossene Schlingen, die von Pol zu Pol ziehen („Tonnenform"); später reissen die Fäden äquatorial und schreiten polarwärts zur Bildung des Tochtersternes, indem sie sich abermals verdoppeln.

2. Die Amitose.

Von der indirekten Kerntheilung verschieden ist die direkte Kerntheilung (Amitose), die nur selten normalerweise vorzukommen scheint und nur ausnahmsweise mit einer nachfolgenden Zelltheilung verbunden ist [vergl. Flemming (**91.** 3)]. Durch diesen Prozess entstehen in den meisten Fällen mehrkernige Zellen, wie z. B. mehrkernige Leukocyten, Riesenzellen etc. Die komplizirten Kernfiguren der indirekten Theilung fehlen hier ganz: an einer Stelle schnürt sich der Kern ein und zerfällt in zwei oder mehrere Fragmente (direkte Fragmentirung, Arnold); oft nimmt der Kern vorher noch eine Ringform an (Lochkern) und zerfällt gleichzeitig in mehrere Fragmente, die zunächst unter einander verbunden bleiben (mehrkernige Zellen); Astrosphären sind hier ebenfalls vorhanden und scheinen sich am ganzen Vorgang rege zu betheiligen, obwohl die näheren Beziehungen zwischen Achromatin und Chromatin hier noch nicht ermittelt sind.

Arnold (**83**) giebt folgendes Schema für indirekte und direkte Kerntheilungen an: 1. Segmentirung. Spaltung der Kerne in der Aequatorialebene in zwei oder mehrere nahezu gleicher Theile: a) direkte Segmentirung ohne, b) indirekte Segmentirung mit Zunahme und veränderter Anordnung der chromatischen Substanz (Mitose). 2. Fragmentirung. Zerschnürung der Kerne an beliebigen Stellen, in zwei oder mehrere gleiche, häufiger ungleiche Kernabschnitte, welche sich nicht durch regelmässige Theilhälften abgrenzen: c) direkte Fragmentirung ohne, d) indirekte Fragmentirung mit Zunahme und veränderter Anordnung der chromatischen Substanz.

D. Befruchtungsvorgang.

Eine besondere Stellung innerhalb der Zellen nehmen die Geschlechtszellen ein. Damit eine zur Embryonalentwickelung führende Theilung des Eies stattfinden kann, muss dasselbe befruchtet werden (eine Ausnahme hiervon bilden die sich parthenogenetisch entwickelnden Eier). Die Befruchtung geschieht durch die männliche Geschlechtszelle, das Spermatozoon (Spermatosom).

Dem Wesen nach besteht die Befruchtung aus einer Konjugation von zwei Geschlechtszellen, wobei manche Eigenthümlichkeiten im Verhalten beider Zellen erwähnt werden müssen.

Wie die das Ei, so auch die das Spermatozoon bildende Zelle durchlaufen gewisse der Befruchtung vorausgehende und sie bedingende Stadien. Vorausgreifend sei erwähnt, dass die Kerne beider Geschlechtszellen während der Vorbereitung zur Konjugation die Hälfte ihrer Chromosomen einbüssen

und somit nur die Hälfte der Chromosomen einer „somatischen“ (Körper-) Zelle enthalten. Auf diese Weise gehen die reifen Geschlechtszellen (Ei- und Samenzelle) hervor. Bei der Konjugation der Ei- und Samenzelle vereinigen sich auch die beiden Kerne derselben (Ei- und Spermakern) zu einem einzigen Kern (Furchungskern), der also aus eben angeführten Gründen die gleiche Menge Chromosomen enthalten muss, wie der Kern einer somatischen Zelle.

In früheren Stadien ist das Ei eine indifferente Zelle, deren Kern als Keimbläschen bezeichnet wird. In dem Maasse, als das Ei reift, rückt das Keimbläschen an die Peripherie desselben und hier beginnen eigenthümliche Erscheinungen aufzutreten, welche ihrem Wesen nach auf eine zweimalige inäquale Theilung der Eizelle zurückgeführt werden können.

Das eine Theilstück ist bei beiden Theilungen viel kleiner wie das andere und wird als Richtungskörper bezeichnet. Beim Abschluss dieser Theilungen sind also 1. zwei Richtungskörper und 2. das nun befruchtungsfähig gewordene Ei vorhanden.

Die Entwickelung der männlichen Geschlechtszellen verläuft in ihren Anfangsstadien ähnlich wie die des Eies und besteht aus mehrmaligen Theilungen der Spermatogonie. Diese theilt sich in gleiche Stücke, welche die Zellen zweiter Generation, die Spermatocyten, darstellen. Aus einer ebensolchen Theilung der Spermatocyten gehen die Spermatiden hervor, welche sich direkt in Spermatozoen umwandeln. Die Theilungen der Eizelle und der Spermatocyten gehen in prinzipiell derselben Weise vor sich, nur entwickeln sich bei der Spermatogenese alle Zellen zu reifen Geschlechtszellen (Spermatozoen: es fehlen also hier die den Richtungskörperchen analogen Gebilde).

Die Spermatozoen sind Geisselzellen: ihr Kopf besteht vorwiegend aus Kernsubstanz; auf diesen folgt ein Verbindungsstück, das nach den Untersuchungen von Fick das Centrosoma enthält. Beide genannten Theile, Kopf und Verbindungsstück, der männlichen Geschlechtszelle sind die Wesentlichsten und kommen bei der Befruchtung ausschliesslich in Betracht. Der Schwanz des Spermatozoon spielt bei der letzteren keine Rolle (vergl. weiter unten die Geschlechtsorgane).

Das Spermatozoon dringt in das Ei meistens zu einer Zeit ein, als das erste Richtungskörperchen bereits abgeschnürt wurde; die Geissel schwindet bei diesem Vorgang, sei es, dass sie an der Peripherie des Eies hängen bleibt, oder sich im Protoplasma des letzteren auflöst; der Kopf aber stellt von jetzt ab den sogenannten männlichen Vorkern (Spermakern), das Verbindungsstück des Centrosoma dar. Der männliche Vorkern durchläuft von jetzt ab Umwandlungen, die zunächst in einer Auflockerung bestehen; es bilden sich Chromatinkörnchen (Mikrosomen) heraus, welche sich zu Chromosomen, deren Zahl denen des Eikerns gleicht, ordnen.

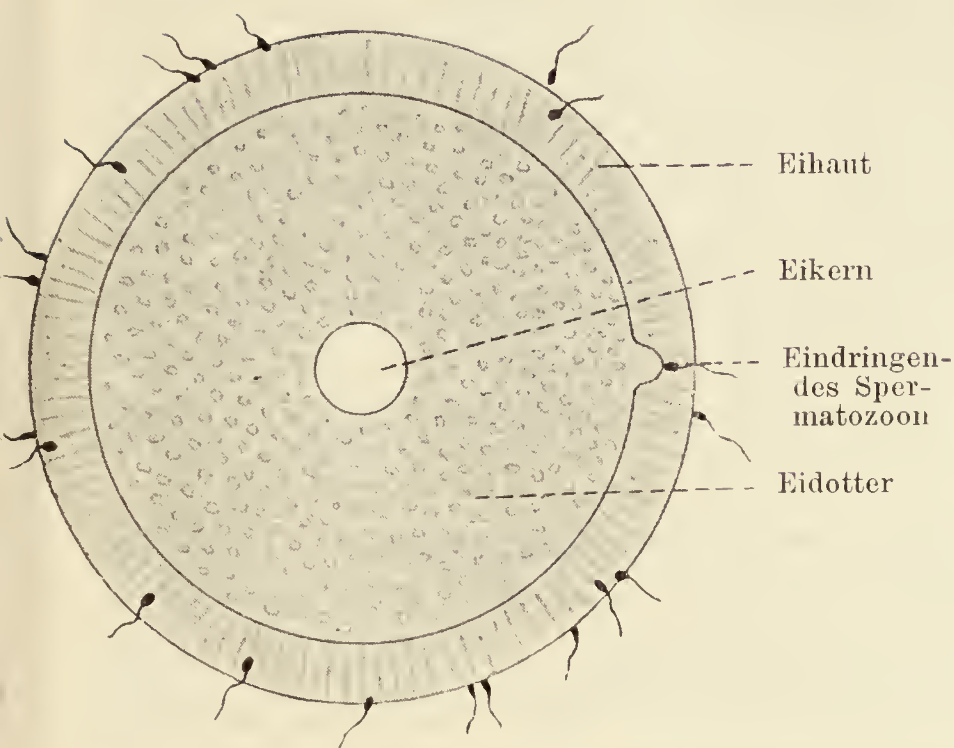


Fig. 16.

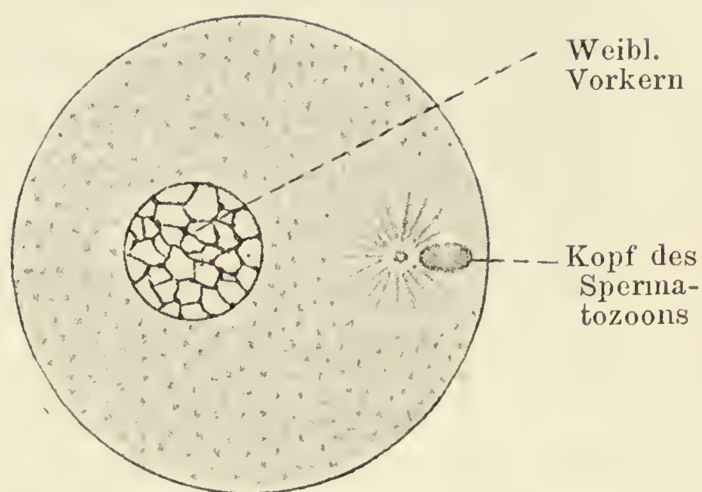


Fig. 17.

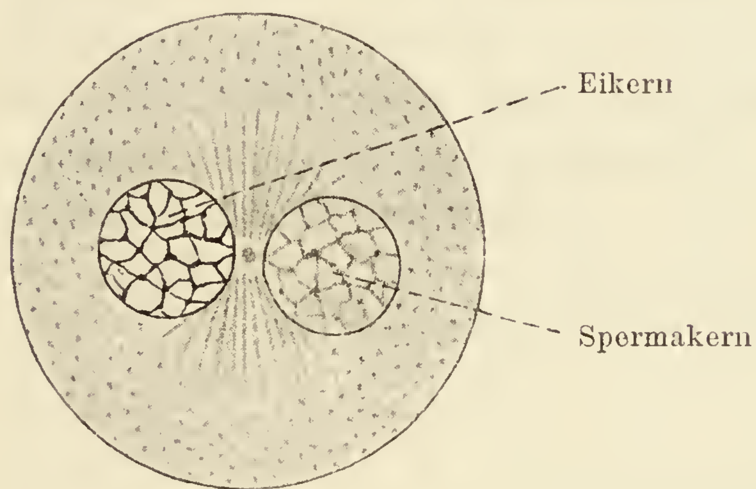


Fig. 18.

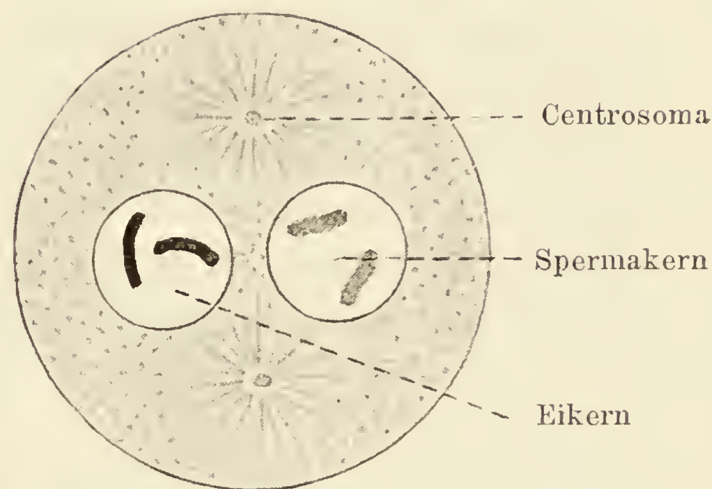


Fig. 19.

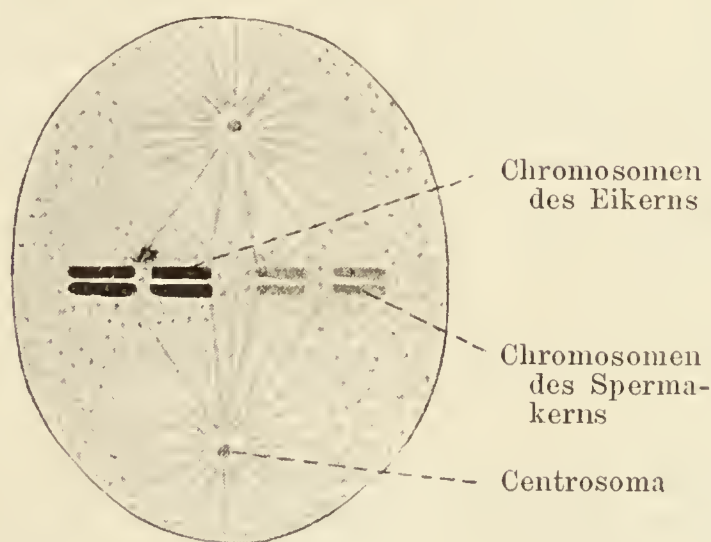


Fig. 20.

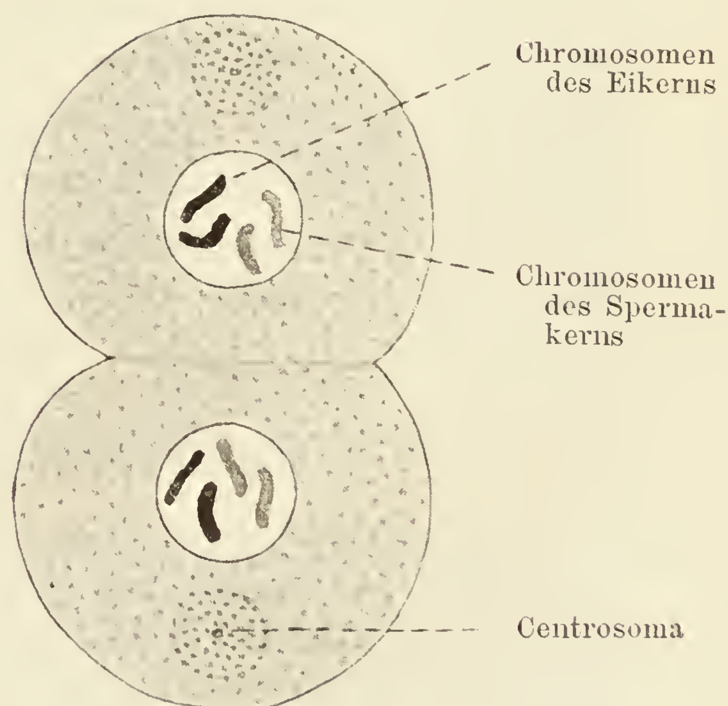


Fig. 21.

Schema des Befruchtungsvorganges nach Boveri (88).

Fig. 16. Das Ei ist von Spermatozoen umschwärmt; eines von ihnen dringt in das Ei eben ein. Ihm entgegen sendet der Eidotter einen hügelartigen Fortsatz aus (Kopulationshügel). Fig. 17. Der Schwanz des Spermazoons ist verschwunden. Neben dem Kopfe desselben befindet sich ein Centrosoma mit Polstrahlung. Fig. 18. Die Vorkerne nähern sich einander. In Fig. 19 haben sich aus den Spiremen in den Vorkernen Chromosomen gebildet. Das Archiplasma hat sich getheilt. Fig. 20. Die verdoppelten Chromosomen des Ei- und Spermakerns liegen im Aequator des Eies. Fig. 21. Das Ei hat sich getheilt; in beiden Tochterkernen sieht man sowohl Chromosomen des Ei- als auch des Spermakerns in gleicher Anzahl.

Nachdem das zweite Richtungskörperchen vom Ei abgegeben wurde, bewegt sich der weibliche Vorkern zu dem männlichen bis zur Berührung, wobei die in manchen Fällen wohl entwickelten Membranen der beiden Kerne sich auflösen. Die Chromosomen beider Kerne kommen durcheinander zu liegen und gleiten dann an den Fäden der inzwischen, wie bei einer gewöhnlichen Mitose sich herausgebildeten, achromatischen Spindel in der Weise nach den beiden nun ebenfalls entstandenen Polen, dass zu jedem der letzteren männliche und weibliche Schleifen in gleicher Anzahl gelangen; hier machen sie die Anaphasen durch.

Aus der gegebenen Darstellung vom Befruchtungsvorgange ist ersichtlich, dass derselbe in letzter Instanz aus der Vereinigung der Kerne beider Geschlechtszellen besteht. — Wenn väterliche Eigenschaften auf die Nachkommenschaft vererbt werden, so kann dieses nur durch den Kern, eventuell durch das Centrosoma der männlichen Geschlechtszelle geschehen; man kann also wohl sagen, dass diese Gebilde, resp. der Kern allein, die Hauptträger vererbter Eigenschaften sind. Aehnliches lässt sich auch vom weiblichen Vorkern behaupten. Besonders hervorgehoben muss noch werden, dass die zwei ersten aus dem Ei hervorgehenden Furchungszellen in gleichem Maasse mit männlichen und weiblichen Kernelementen versehen sind. Da alle künftigen Zellen Derivate dieser beiden Furchungszellen sind, so ist möglicherweise der Kern einer jeden somatischen Zelle (Körperzelle) hermaphroditisch.

E. Chromatolyse.

Beim lebenden Organismus gehen physiologisch viele Zellen zu Grunde und werden durch andere neue ersetzt. Beim Absterben der Zelle treten zunächst im Kern Veränderungen ein, die zu einer Auflösung desselben führen, Prozesse, die nach bestimmten, noch wenig studirten Gesetzen ablaufen und seit Flemming (**85. 1**) unter dem Namen Chromatolyse (Karyolyse) bekannt sind. Die Kerne gewähren hierbei sehr mannigfaltige Bilder.

Untersuchungsmethoden der Zellen.

113. Zellen, welche im frischen Zustande beobachtet werden, lassen nicht viel von ihrer inneren Organisation erkennen. Epithelien der Mundhöhle (s. unten beim Epithel), die man sich leicht verschafft und z. B. in der Speichelflüssigkeit beobachten kann, zeigen eigentlich nichts anderes als den Umriss der Zelle und deren Kern. Etwas mehr sieht man an jungen Eiern, die man entweder aus den Graaf'schen Follikeln der Säuger isolirt, oder was bequemer ist, dem Ovarium des Frosches entnimmt. — Besonders geeignet für das Studium der Zelle im frischen Zustande sind Eier, Blutkörperchen und Epithelien mancher wirbellosen Thiere (Muscheln, Krebse etc.), ferner die einzelligen Thiere selbst, wie Amoeben, Infusorien und viele pflanz-

liche Objekte. — Protoplasmaströmungen sind am leichtesten in den Brennhaaren von Urtica zu sehen. Will man thierische Objekte haben, so verschaffe man sich am besten eine Amoebe, die man mitunter im Schlamme stehender Gewässer findet. Aehnliches kann, allerdings mit grösseren Umständen, an Leukocyten des Froschblutes, noch besser im Krebsblute, gesehen werden.

114. Um aber in die feineren Verhältnisse einzudringen, empfiehlt es sich, die Zellen im konservirten Zustande zu studiren. Dasselbe gilt auch für das Studium der Zell- und Kerntheilungsprozesse, welche letzteren zwar auch an lebenden Zellen gesehen wurden, aber erst zu einer Zeit, als der ganze Vorgang an konservirten Präparaten eruirt worden war.

Die Methoden, welche die meisten Aufschlüsse über die Kern- und Zellstruktur gegeben haben und welche wir im Folgenden erwähnen, müssen stets auf lebensfrische Objekte angewendet werden.

Nach Hammer läuft der mitotische Prozess beim Menschen nach dem Tode nicht ab. Die Kerne zerfallen chromatolytisch, wobei sich die achromatische Spindel am längsten erhält.

115. In erster Linie ist hier die Flemming'sche Flüssigkeit (s. T. 17) zu nennen, der eine Schnittfärbung mit Safranin nachfolgt (s. T. 66). Der letzteren ebenbürtig ist die von Hermann empfohlene Mischung eventuell mit Nachbehandlung mit rohem Holzessig (s. T. 18). Rabl fixirt mit $^1/_{10}$—$^1/_8$ % Platinchloridlösung, wäscht mit Wasser aus, überträgt allmählich in starken Alkohol, färbt mit Delafield'schem Hämatoxylin (s. T. 62) und untersucht in Methylalkohol.

116. Mitosen kann man auch sehen, vielleicht nicht in so vollkommener Weise wie in 115, wenn man die Objekte in Sublimat, Pikrinsäure, Chromsäure etc. fixirt und eine Stückfärbung mit Hämatoxylin oder Karmin vornimmt. Als Untersuchungsobjekte wähle man, worauf es namentlich ankommt, junge wachsende Thiere. Von letzteren eignen sich hierzu diejenigen am besten, welche grössere Zellen besitzen. Als ein klassisches Objekt sind vor allem Larven von Amphibien zu empfehlen (Froschlarven, Triton- und Salamanderlarven). Will man sich nicht der Schnittmethode bedienen, so untersuche man dünne Lamellen, etwa das Mesenterium, die Lungenalveolen, das Epithel des Rachens, die Harnblase etc. Die letztere Art des Studiums gewährt auch in allen Fällen die Sicherheit, dass man beim Mikroskopiren mit ganzen, nicht durchschnittenen Zellen, also nicht mit Zellfragmenten zu thun hat. — Fertigt man Schnitte durch eine als Ganzes konservirte Larve, so sieht man Mitosen fast in allen Organen, besonders zahlreich an Epithelien (z. B. Epithel der äusseren Haut und der Kiemen, Epithel des Centralkanals des Gehirnes und des Rückenmarkes etc.). Aber auch in anderen Organen sind immer Mitosen anzutreffen, namentlich im Blut, in der Leber, im Muskel u. s. w.

117. Sehr günstig sind für das Studium der Mitosen gewisse Pflanzenzellen, z. B. solche in den Spitzen junger Wurzeln der gemeinen Zwiebel. Man setzt eine Zwiebel in ein mit Wasser gefülltes Hyacinthenglas ein und stellt dasselbe an einen warmen Ort. Nach 2—3 Tagen findet man zahlreiche Wurzelfäden im Wasser flottiren. Man schneide davon, von der Spitze ab gerechnet, Stücke von etwa 5 mm Länge, behandle diese genau in derselben Weise wie thierische Gewebe und schneide sehr dünn, nicht über 5 μ, entweder quer oder der Länge nach. Im ersteren Falle bekommt man gewöhnlich polare Ansichten der Mitosen, im letzteren die Seitenansichten derselben.

118. Die Methoden, welche die übrigen Theile (ausser dem Chromatin) des Kernes und der Zelle sichtbar machen, sind in der Regel viel komplizirter und schon deshalb weniger zuverlässig. Um das Centrosoma, die Spindelfasern, die Lininfäden und die Polstrahlen zu sehen, bediene man sich einer bereits von uns erwähnten Methode, nämlich der Behandlung mit Holzessig derjenigen Stücke, die mit Osmiumsäure-Gemischen fixirt worden sind.

119. Solchen Stücken entnommene Schnitte kann man nach Hermann (**93. 2**) einer Doppelfärbung unterwerfen, die auch auf solche Schnitte angewendet werden kann, welche nicht mit Holzessig behandelt worden sind. Man färbt zunächst in der angegebenen Weise mit Safranin und färbt alsdann 3—5 Minuten in einer folgenden Gentiana-Violett-Lösung: 5 ccm einer gesättigten alkoholischen Lösung des Farbstoffes werden in 100 ccm Anilinwasser (Anilinöl 4 ccm wird mit 100 ccm dest. Wasser längere Zeit geschüttelt und filtrirt) gelöst. Dann behandelt man die Schnitte 1—3 Stunden lang mit Jod-Jodkalium-Lösung (Jod 1 g, Jodkalium 2 g, Wasser 300 g), bis die Schnitte ganz schwarz werden; nun werden sie in Alkohol übertragen, bis sie violett mit einem Stich in's Bräunliche geworden sind. Es zeigt sich alsdann, dass die Chromatin-Netze, die ruhenden Kerne, die Chromosomen im Spirem- und Dispiremstadium blau-violett und die echten Nucleolen roth tingirt erscheinen. Die Chromosomen des Aster- und Dyasterstadiums färben sich dagegen roth.

120. Flemming (**91. 3**) empfiehlt folgende Methode: Fixirung in seinem Gemisch (T. 17); die Schnitte oder dünne Lamellen kommen dann auf 2—3 Tage in Safranin (T. 66); es folgt ein kurzes Waschen in dest. Wasser und Uebertragen in schwachen mit Salzsäure (1—1000) angesäuerten abs. Alkohol, bis keine Farbe mehr abgegeben wird; abermaliges Waschen mit dest. Wasser. Daraufhin werden die Schnitte auf 1—3 Stunden in eine konzentrirte Gentianaviolettlösung übertragen und nachdem sie kurz mit Wasser ausgewaschen worden sind, in eine konzentrirte wässerige Orange-Lösung gebracht, bis sie darin eine violette Farbe anzunehmen beginnen. Nun werden sie kurz mit abs. Alkohol gespült, in Nelkenöl oder Bergamotöl geklärt und in Kanadabalsam eingeschlossen.

121. Eine verhältnissmässig einfache Methode, die in grosser Schärfe und Schönheit verschiedene Strukturen der Zellen und des Kernes zeigt, ist die Färbung mit M. Heidenhain'schem Hämatoxylin (s. T. 65).

122. Ein bemerkenswerthes Objekt, an welchem sowohl die Centrosomen, als auch die Polstrahlen in einer exquisiten Weise zu sehen sind, ist von Solger (**89. 1** und **91**) aufgefunden worden — es sind die Pigmentzellen in der Kopfhaut (Korium) der Frontal- und Ethmoidalregion des gemeinen Hechtes (s. Fig. 22 p. 49). Die Vorbehandlung ist eine beliebige (am besten Flemming'sche Lösung oder Sublimat). (Diese Zellen bieten ein bemerkenswerthes Beispiel für die Stabilität der radiären Struktur des Protoplasmas, deren Polradien durch reihenweise angeordnete Pigmentkörnchen gekennzeichnet sind.)

123. Die Strukturen der ruhenden und sich theilenden Kerne und Zellen sind an und für sich komplizirter Natur und ist deren Beobachtung an den gewöhnlichen Objekten durch die grosse Anhäufung vieler Elemente auf einem sehr kleinen Raum ungemein erschwert. So hat beispielsweise das verhältnissmässig günstigste, durch Flemming klassisch gewordene Objekt, Salamandra maculosa, somatische Zellen, deren Kerne nicht weniger als

24 Schleifen besitzen. (Wir bemerken an dieser Stelle, dass Salamandra atra merkwürdiger Weise die halbe Anzahl der Schleifen besitzt.) Es ist deshalb der Fund von van Beneden (**83**), dass nämlich die somatischen Zellen von Ascaris megalocephala bloss vier primäre Schleifen haben, von grosser Wichtigkeit geworden. Boveri (**87. 2** und **88**) hat eine Ascaris aufgefunden, die nur zwei Chromosomen aufweist. Da diese Thiere auch deutliche achromatische Figuren im Protoplasma der Eier und Zellen zeigen, so ist es sicher nicht übertrieben, wenn man die Ascaris mit van Beneden für das Studium der angedeuteten Verhältnisse zu einem Laboratorium-Objekt erhebt. Es zeigt nämlich die sich während der Vermehrung der Zelle abspielenden Vorgänge in elementarster Weise.

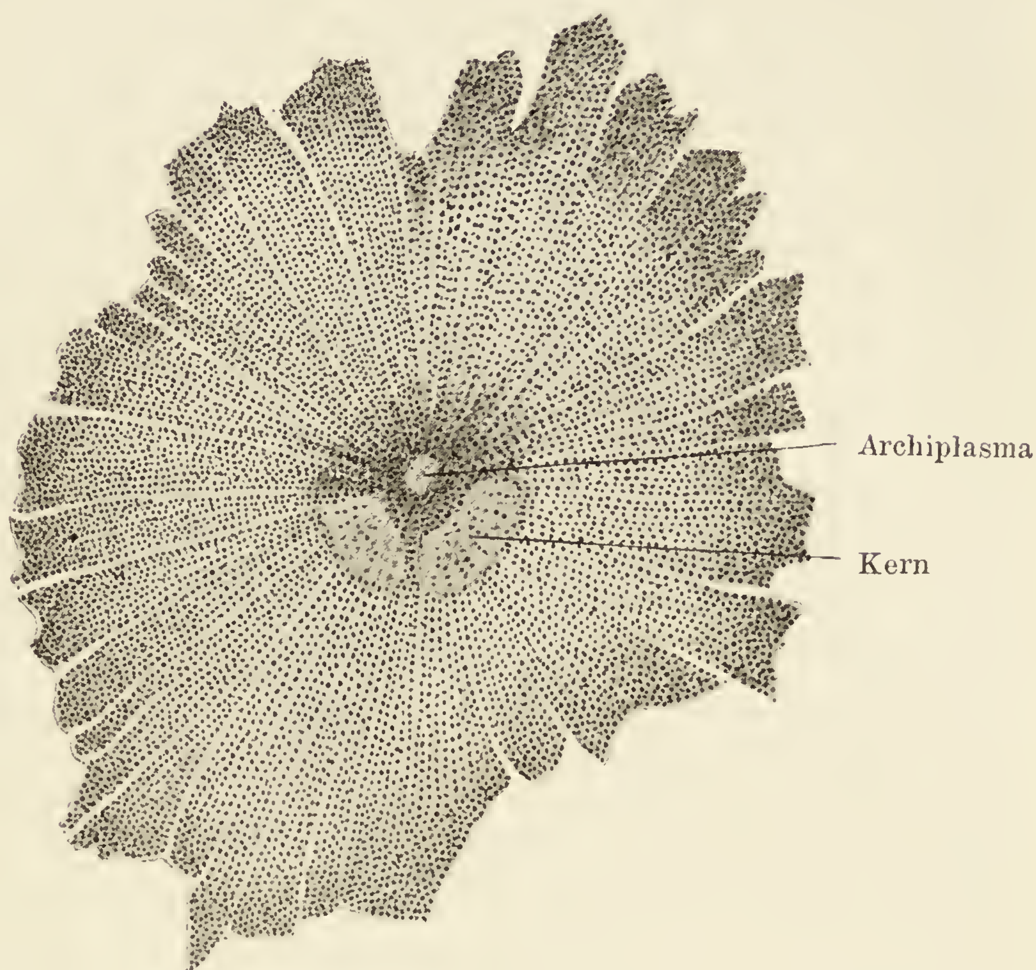


Fig. 22.
Pigmentzelle aus der Kopfhaut des Hechtes, 650 mal vergr.
Technik Nr. 122.

Die Genitalschläuche des Thieres werden nach dem Aufschlitzen der Bauchwand herausgenommen, die zahlreichen Windungen derselben nach Möglichkeit gestreckt und am Zweckmässigsten mit Pikrin-Essigsäure (konzentrirte wässerige Pikrinsäure wird mit zwei Vol. Wasser verdünnt und 1 % Eisessig hinzugefügt) 24 Stunden lang fixirt, mit Wasser 24 Stunden gewaschen und in allmählich verstärkten Alkohol übergeführt [Boveri (ibid.)]. Verschiedene Regionen der Schläuche enthalten verschiedene Entwickelungsstadien der Eier: die dem Kopf zunächst gelegenen enthalten die Reifung und die Befruchtung des Eies, die nächst hinteren Regionen die Furchungsstadien. An den sich furchenden Eiern können die Mitosen am besten studirt werden. Die in eben erwähnter Weise fixirten Schläuche mit Inhalt können in Stücken z. B. mit einer Boraxkarminlösung gefärbt werden. Nach der Färbung werden die Eier durch sanftes Ueberstreichen des Schlauches, etwa mit einer Nadel, auf einen Objektträger entleert, mit einem Deckglas bedeckt und durch allmähliches Zusetzen von Glycerin geklärt. Die Eier resp. die Furchungskugeln sind sehr klein und der Beobachtung mit stärksten Linsen zugänglich. Trotz der Kleinheit der Objekte und des zwar sich bei dieser Behandlung nicht färbenden, aber wegen seines Glanzes die Beobachtung doch störenden Dotters zeigen diese Objekte die mitotische Kerntheilung mit am klarsten.

124. Bestimmte Behandlungsweisen lassen in Zellen und im Kerne eigenthümliche „Granula" wahrnehmen. Die letzteren sind besonders von Altmann (**94**, 2. Aufl.) studirt und beschrieben worden. Die Methoden, die er dabei in Anwendung bringt, sind folgende: Die einem eben getödteten Thiere entnommenen Organstückchen werden in einer Mischung gleicher Volumina einer 5%igen wässerigen Lösung von Kalium-Bichromat und einer 2%igen Lösung der Ueberosmiumsäure 24 Stunden lang fixirt, dann in fliessendem Wasser mehrere Stunden gewaschen und successive mit Alkohol von 75%, 90% und 100% behandelt. Dann wird in eine Mischung von Xylol 3 Th. und absolutem Alkohol 1 Th., dann in reines Xylol und aus diesem in Paraffin übertragen. Die in Paraffin eingebetteten Stücke müssen nicht dicker wie 1—2 μ geschnitten werden. (Altmann klebt nach folgender Methode auf: eine ziemlich konzentrirte Lösung von Kautschuk in Chloroform (das sogenannte Traumaticin der Pharmakopoe — 1 Vol. Guttapercha in 6 Vol. Chloroform gelöst) wird für den Gebrauch mit dem 25fachen Volumen Chloroform verdünnt und die so verdünnte Lösung über einen Objektträger gegossen, abgetropft und nach dem Verdunsten des Chloroforms über der Gasflamme stark erhitzt. Auf solche im Vorrath gehaltene Objektträger kommen die Paraffinschnitte und werden mit einer Lösung von Schiessbaumwolle in Aceton und Alkohol angepinselt (2 g Schiessbaumwolle in 50 ccm Aceton gelöst und hiervon 5 ccm mit 20 ccm absoluten Alkohol verdünnt). Nach dem Anpinseln werden die Schnitte mit Fliesspapier an den Objektträger stark angedrückt und nach dem Trocknen durch etwas Erwärmen angeschmolzen. Das Aufkleben mit Wasser ist hier mit gleichem Erfolg anwendbar. Solche Schnitte können dann mit verschiedenen Färbeflüssigkeiten behandelt werden, ohne dass sie sich abkleben. Um von Paraffin befreit zu werden, kommen sie in Xylol und dann in abs. Alkohol. Als Färbeflüssigkeit dient das Fuchsin S. (20 g Fuchsin S. werden in 100 ccm Anilinwasser gelöst). Von dieser Lösung bringt man einen Theil auf die Schnitte und erwärmt den Objektträger auf einer freien Flamme, bis sich seine Unterfläche empfindlich heiss anfühlt und die Farbstofflösung zu dampfen anfängt; hierauf lässt man abkühlen und spült mit Pikrinsäure (konz. alkoh. Pikrinsäure + 2 Vol. Wasser) ab, dann giesst man eine neue Portion Pikrinsäure auf die Schnitte und erwärmt den Objektträger abermals stark (½—1 Minute). (Mitunter kommt man zu denselben Resultaten, wenn man eine kalte Lösung von Pikrinsäure von obiger Konzentration etwa fünf Minuten lang auf die Schnitte einwirken lässt.) Bei dieser letzteren Procedur kommt es zu einer deutlichen Differenzirung der Granula, die scharf roth gefärbt erscheinen, wobei das Uebrige der Zellen grau-gelblich sich zeigt. In einzelnen Fällen ist es nothwendig, falls die Differenzirung der Granula noch keine scharfe ist, die Färbung noch einmal zu wiederholen. Als Einschlussmethode wird man am besten von Xylol-Kanadabalsam absehen, da die Osmiumsäure-Schwärzung nach einer gewissen Zeit in demselben extrahirt wird. Man schliesst hingegen entweder im Paraffinum liquidum, wie es Altmann thut, oder nach Raum in unverdünntem Kanadabalsam, der ja durch geringe Erwärmung flüssig gemacht werden kann, ein. Eine zweite Altmann'sche Methode, die wir kurz erwähnen wollen, deren Ausübung aber mehr der Zukunft angehört, ist die Durchfrierungs- und Trocknungsmethode. Man lässt frische Organstückchen gefrieren und trocknet sie in gefrorenem Zustande ein paar Tage lang bei ca. —30° C. über Schwefelsäure in vacuo.

Nach Fischer liefern übrigens verdünnte, mit verschiedenen Reagentien (namentlich mit Kalium-bichromat-Osmium) behandelte Peptonlösungen Niederschläge, auch Granula, welche dadurch bemerkenswerth sind, dass sie den Farbstoffen gegenüber sich ebenso verhalten wie die Altmann'schen Granula. Es ist darnach zweifelhaft, ob man in den Altmann'schen Granulis vitale Bildungen zu sehen hat.

125. Altmann (**92**) hat auch eine einfachere negative Methode zur Darstellung der Granula empfohlen. Frische Organstücke werden auf 24 Stunden in eine Mischung von molybdänsaurem Ammoniak 2,5, Chromsäure 0,25 und Wasser 100 eingelegt, dann einige Tage lang mit abs. Alkohol behandelt, in Paraffin geschnitten und mit einem beliebigen Kernfärbemittel, z. B. Hämatoxylin-Gentiana gefärbt. Es erscheinen die intragranulären Netzwerke gefärbt, die Granula farblos. (Je nach den Objekten muss die Menge der Chromsäure ¼—1% variirt werden; mit molybdänsaurem Ammoniak allein behandelt, erscheinen die Kerne homogen, nimmt man zu viel Chromsäure, so erscheinen sie grobnetzig.) Diese Methode führt zu der Darstellung der Granula sowohl in der Zelle als auch im Kerne.

126. In den verschiedensten pflanzlichen und thierischen Zellen sind von Bütschli durch Fixation und Färbung Protoplasmastrukturen sichtbar gemacht worden, die mit Schäumen in Parallele gesetzt werden können und die Bütschli kurzweg als „mikroskopische Schaumstrukturen" bezeichnet. Die Fixirung geschieht entweder mit Pikrinsäure-Lösung oder mit schwach jodirtem Alkohol. Gefärbt wird mit Eisen-Hämatoxylin, d. h. die Stücke werden zuerst mit essigsaurem Eisenoxyd behandelt, kurz mit Wasser gewaschen und in eine ½%ige wässerige Hämatoxylinlösung übertragen (analog der Methode von

R. Heidenhain, siehe T. 85). Aeusserst dünne Schnitte sind erforderlich, ½—1 μ. Untersucht wird bei günstiger Beleuchtung in schwach lichtbrechenden Medien, wobei sich die wabigen, alveolären und schaumigen Strukturen des Protoplasmas gefärbt zeigen. Unter den thierischen Objekten empfiehlt Bütschli als besonders günstige junge Ovarialeier der Knochenfische, Blutzellen und das Epithel des Dünndarmes des Frosches etc. Die Entscheidung steht noch aus, ob solche Strukturen dem Bau des lebenden Protoplasma entsprechen.

II. Die Gewebe.

Aus der Theilung des befruchteten Eies gehen zunächst Zellen hervor, welche keinen ausgesprochenen Charakter haben; es sind embryonale Zellen von annähernd kugeliger Form (Furchungskugeln, Blastomeren). Während die Vermehrung dieser Zellen fortschreitet, werden sie kleiner und platten sich gegenseitig ab. Durch verschiedene Prozesse, die unter dem Namen „Gastrulation" zusammengefasst werden, entstehen aus den Blastomeren zwei Keimblätter, von welchen ein jedes aus einer geschlossenen Reihe dicht gedrängter Zellen besteht. Diese zwei Blätter sind die bekannten primären Keimblätter, aus welchen sich der Embryo aufbaut. Das nach aussen liegende Blatt ist das Ektoderm, das innere das Entoderm.

In diesem Stadium der Entwickelung ist bereits das erste typische und primitivste Gewebe entstanden; jedes Blatt führt uns jetzt eine Schicht echten Epithelialgewebes vor.

So einfach wie die Epithelien in den Keimblättern sind, bleiben sie nicht; aus jedem dieser Blätter gehen bestimmt gestaltete, oft komplizirt gebaute Epithelien hervor.

Dadurch, dass die eine Fläche des epithelialen Blattes frei liegt und hierdurch anderen Bedingungen ausgesetzt ist als die innere, wird eine gewisse Verschiedenheit zwischen den gegenständigen Enden der Zelle bedingt; das frei liegende Ende der letzteren ist häufig durch Cuticularbildungen geschützt, — Bildungen, welche die Zelle selbst ausscheidet. In anderen Fällen entwickeln sich an der nämlichen Fläche bewegliche Fortsätze (Cilien), die nach einer bestimmten Richtung das sie umgebende Medium bewegen und erneuern, wodurch auch Fremdkörper fortgeschwemmt werden.

Es ist begreiflich, dass das freie den äusseren Reizen mehr ausgesetzte Ende der Epithelzelle befähigter sein wird, spezielle Einrichtungen für die Sinneswahrnehmungen zu entwickeln (Sinneszellen). Hingegen bleibt die innere basale Fläche der Zelle meist von mehr indifferentem Charakter und dient einestheils zur Befestigung der Zelle, anderentheils zur Vermittelung ihrer Ernährung. In der Regel liegt auch der Kern der Zelle ihrer Basalfläche genähert.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass die beiden Enden der Epithelzelle verschiedenen Differenzirungsprozessen unterliegen; das äussere ist mehr den animalen, das innere mehr den vegetativen Funktionen angepasst. Diesen

Gegensatz hat man neuerdings als Polarität der Zelle bezeichnet. Diese Polarität scheint auch dann noch erhalten zu bleiben, wenn die Zelle aus dem epithelialen Verbande austritt und andere Funktionen übernimmt [Rabl (**90**)].

Zu den beiden primären Keimblättern gesellt sich noch ein drittes Blatt, das zwischen ihnen liegt und als Mesoderm bezeichnet wird. Letzteres entsteht hauptsächlich aus dem Entoderm und zwar zuerst als ein epithelial angeordnetes mittleres Keimblatt. Aus dem letzteren scheiden sich Zellen aus und kommen in die Spalten zwischen die Keimblätter zu liegen. Sie bilden zunächst ein Gewebe, das keine bestimmte Anordnung seiner Elemente erkennen lässt; die Zellen sind unregelmässig zerstreut und werden, so lange sie keine spezifischen Charaktere annehmen, als Mesenchymkeime, das Ganze als Mesenchymgewebe bezeichnet (O. und R. Hertwig).

Sobald die Mesenchymzelle ihre Ursprungsstätte, das Mesoderm, verlässt, ändert sich auch ihre Beschaffenheit; ihre Konturen werden zackig; die Zacken ziehen sich zu langen dünnen Fortsätzen aus, welche sich verästeln und mit ähnlichen Fortsätzen benachbarter Zellen anastomosiren können.

Aus den betrachteten drei embryonalen Keimblättern gehen sämmtliche Gewebe hervor.

Es würde indessen heutzutage schwer fallen, wollte man eine genetische, sich auf die Keimblätter beziehende Eintheilung der Gewebe geben, da es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass identische Gewebselemente verschiedenen Keimblättern ihren Ursprung verdanken können.

Die von uns befolgte Eintheilung bezieht sich lediglich auf den Bau der Gewebe im fertigen Zustande.

Wir unterscheiden:

1. Epithelgewebe mit seinen Derivaten,
2. Bindesubstanzen (Bindegewebe im weitesten Sinne, Knorpel, Knochen, Fett),
3. Muskelgewebe,
4. Nervengewebe,
5. Blut und Lymphe.

A. Epithelien.

Aus allen drei im vorigen Kapitel erwähnten Keimblättern gehen echte Epithelien hervor.

An den Berührungsflächen der Zellen entwickeln die letzteren oft eine Kittsubstanz, welche in dünnen Lamellen zwischen den Zellen liegt und sie unter einander fest verbindet. In gewissen Organen entwickeln die Epithelzellen kurze seitliche Fortsätze (Stacheln, Riffe), welche mit den gleichen Bildungen der benachbarten Zellen zusammenstossen, wodurch intercelluläre

Brücken entstehen. Zwischen diesen Brücken befinden sich intercelluläre Räume, welche mit einem zur Ernährung der Zellen dienenden Lymphplasma gefüllt sind.

Besondere, längere Fortsätze bilden die Epithelien an ihrer basalen Fläche in der Regel nicht.

Jedoch scheint die unter dem Epithel vorhandene Basalmembran zum grössten Theil aus Fortsätzen dieser Zellen zu bestehen. Manche Autoren schreiben ihr eine bindegewebige Herkunft zu, eine Auffassung, welche mit jener Thatsache in Widerspruch steht, dass eine solche Membran im Embryonalkörper vorhanden ist, noch ehe das Bindegewebe zur Entwickelung gelangt (Membrana prima, Hensen 76).

Die freien Flächen der Epithelien sind in der Regel Träger von Cuticularbildungen, welche als Produkte der Zelle selbst aufzufassen sind. Die Cuticulae benachbarter Zellen pflegen miteinander zu einem einheitlichen Cuticularsaum zu verschmelzen, der in grösseren Stücken als Ganzes abgehoben werden kann, Cuticula. Auf einem senkrechten Durchschnitt zeigt die Cuticula in vielen Fällen eine Strichelung, welche auf ihre Zusammensetzung aus einer grossen Zahl von durch eine anders lichtbrechende Kittsubstanz verbundenen Stäbchen schliessen lässt. Entsprechend den Stäbchen des Cuticularsaumes ist auch der Zellenleib bis über die Mitte parallel gestrichelt; in der Umgebung des in der unteren Hälfte der Zelle gelegenen Kernes verschwindet die Strichelung; hier besteht die Zelle aus gekörntem Protoplasma von mehr indifferentem Charakter.

Blut- und Lymphgefässe dringen in die Epithelien (mit wenigen Ausnahmen) nicht ein; hingegen sind die letzteren reichlich mit Nerven versehen. Bezüglich des näheren Verhaltens der Epithelien in den verschiedenen Organen ist im speziellen Theile nachzusehen.

Wir theilen die Epithelien in folgende Gruppen ein:

1. Einschichtige Epithelien mit oder ohne Flimmern.
   a) Plattenepithel,
   b) kubisches Epithel,
   c) cylindrisches Epithel,
   d) mehrzeiliges (mehrreihiges) Epithel.
2. Mehrschichtige Epithelien mit oder ohne Flimmern.
   a) Mehrschichtiges Plattenepithel, mit oberflächlichen platten Zellen, ohne Flimmern,
   b) Mehrschichtiges Cylinderepithel, mit oberflächlichen Cylinderzellen, mit oder ohne Flimmern (Uebergangsepithel).
3. Drüsenepithel.

1. Einschichtige Epithelien.

Im einschichtigen Epithel liegen die Zellen in einer einzigen kontinuirlichen Reihe.

Einschichtige Epithelien sind sehr verbreitet; sie kommen, beispielsweise, fast im ganzen Darme vor, bekleiden die Luftwege, die Leibeshöhlen, die Blut- und Lymphbahnen u. s. w.

a) Das Plattenepithel.

a) Im Plattenepithel sind die Zellen abgeflacht; ihre Kontaktflächen kommen entweder als gerade Linien zur Ansicht, welche, von der Oberfläche betrachtet, ein mosaikartiges Bild gewähren: z. B. Epithelien gewisser Harnkanälchen; oder es sind die Konturen der Zellen gezackt (innere Gefässwand,

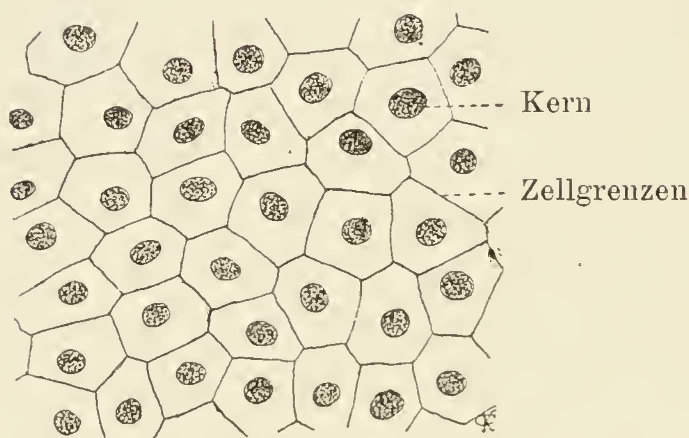


Fig. 23.
Epithel einer abgehäuteten Froschhaut. 400mal vergr. Technik Nr. 124.



Fig. 24.
Einschichtiges Plattenepithel aus dem Peritoneum des Frosches. 400mal vergr. Technik Nr. 123.

Pleura-, Perikardial-, Peritonealhöhle) und präsentiren sich dann als vielfach gebrochene Linien. — Der Kern dieser Epithelzellen liegt in der Regel in der Mitte der Zelle. Ist dieselbe sehr flach, so ist die Lage des Kernes durch eine Anschwellung der Zelle gekennzeichnet.

b) Kubisches Epithel.

Die Zellen dieses Epithels unterscheiden sich von den vorhergehenden nur dadurch, dass sie etwas höher sind. Ihre Konturen sind in den meisten Fällen nicht gezackt, sondern geradlinig, die Zellen selbst kurze mehrkantige Prismen. Das kubische Epithel kommt in den kleinen und kleinsten Bronchien der Lunge, in einzelnen Abschnitten der Harnkanälchen und deren Sammelröhren, in den Ausführungsgängen der Speichel- und Schleimdrüsen, der Leber und des Pankreas etc. vor. Flimmerndes kubisches Epithel treffen wir z. B. im Eileiter an.

c) Cylinderepithel.

Die Zellen haben hier die Gestalt von mehr oder weniger langen Prismen, oder Pyramiden. — Besonders scharf pflegen hier die Cuticularbildungen aus-

geprägt zu sein. — Das cylindrische Epithel kommt im ganzen Darme von der Kardia bis zum Anus, in einzelnen Abschnitten der Niere etc. vor. Von einer gewöhnlichen Cylinderepithelzelle lässt sich eine solche mit Flimmern versehene ohne Schwierigkeit ableiten, indem man sich vorstellt, dass je ein Flimmerhaar auf dem äusseren Ende je eines Stäbchens des Cuticularsaumes aufsitzt.

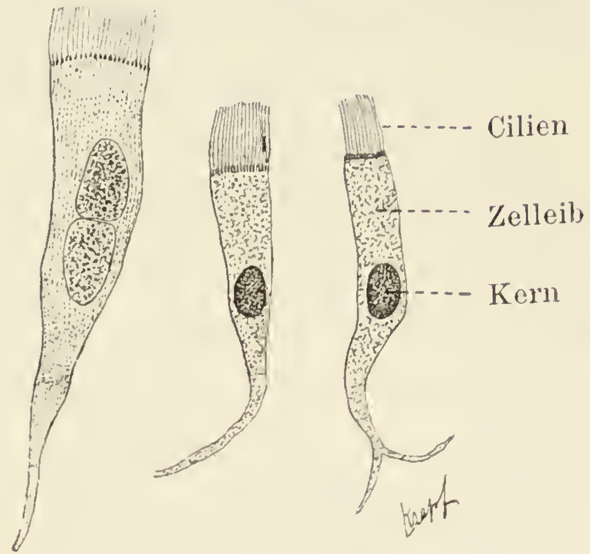


Fig. 25.
Flimmerzellen aus einem Bronchus des Hundes. Linke Zelle mit 2 Kernen. 60mal vergr. Technik Nr. 126.

d) Mehrzeiliges Epithel.

Unter mehrzeiligem Epithel verstehen wir ein solches, bei welchem die Zellen zwar alle auf einer Basalmembran sitzen, aber derart gegenseitig verschoben sind, dass ihre Kerne in verschiedene Ebenen zu liegen kommen; auf einem senkrechten Schnitt sieht man sie in mehreren Zeilen, Reihen, liegen.

Man könnte das mehrzeilige Epithel aus dem einschichtigen in der Weise ableiten, dass man annimmt, die Zellen hätten bei ihrer Vermehrung nicht genügend Platz, um sich in der ganzen Dicke der Schicht gleichmässig auszubreiten. In Folge davon wendet die eine Zelle ihr dickeres Ende der Basalmembran zu, das dünnere nach aussen; die benachbarte thut das Umgekehrte. Da aber der Kern hier gewöhnlich im dickeren Ende der Zelle seinen Sitz hat, so resultiren daraus zwei Reihen von Kernen, die ein zweischichtiges Epithel vortäuschen. Kommt eine dritte Zeile hinzu, so wenden die Elemente der letzteren ihre dünneren Enden der basalen und der äusseren Fläche des Epithels zu. Treten eine vierte, fünfte oder auch noch mehrere Kernreihen hinzu, so ergeben sich Komplikationen, welche leicht aus dem Verhalten des zwei- und dreizeiligen Epithels abgeleitet werden können. Solche mehrzeilige Epithelien tragen in der Regel Flimmern (Epithel des Kehlkopfes [mit wenigen Ausnahmen], der Trachea und der Bronchien bis zu den Bronchiolen etc.).


Fig. 26.
Schema eines mehrzeiligen Epithels.

2. Mehrschichtige Epithelien.

Geht die Vermehrung der Zellen des mehrzeiligen Epithels weiter, so können nicht mehr alle Zellen desselben mit der Basalmembran in Verbindung bleiben: die oberflächlich gelegenen Elemente trennen sich von derselben, wodurch erst das Epithel zu einem mehrschichtigen wird.

Da nicht alle Zellen an der Basalmembran befestigt sein können, so bedürfen die nicht befestigten zu ihrer Fixirung eines besonderen Apparates. Dieser wird dadurch hergestellt, dass die Zellen die bereits schon erwähnten Stacheln entwickeln (Stachel- oder Riffzellen vergl. p. 52), vermöge welcher sie sich fest untereinander verbinden.

Es ist begreiflich, dass die Zellen des mehrschichtigen Epithels nicht alle gleichmässig von Seiten des unterliegenden blutgefässhaltigen Bindegewebes ernährt werden können; für die mittleren und äusseren Schichten ergeben sich hier Schwierigkeiten. Die tieferen Lagen stehen in besseren Ernährungszuständen als die übrigen Zellen, daher vermehren sich die Zellen der ersteren lebhafter und liefern Zellen, die in dem Maasse in die mittleren Schichten einrücken, als die oberen Zellen absterben und abgestossen werden. Man kann also sagen, dass die Proliferation der mehrschichtigen Epithelien in den basalen Zellen ihren Hauptsitz hat.

a) Mehrschichtiges Plattenepithel.

Das mehrschichtige Plattenepithel mit oberflächlichen platten Zellen bildet die Epidermis mit ihren Fortsetzungen in das Innere des Körpers, z. B. die Wandung der Mundhöhle und des Oesophagus, das Epithel der Conjunctiva, der Scheide, die äussere Haarwurzelscheide.

Die Zellen der basalen Lage sind hier meistens kubisch-cylindrisch; darauf folgen je nach dem Orte des Vorkommens eine oder mehrere Lagen von polyedrischen Zellen, die sich nach der Oberfläche zu allmählich abplatten. Die alleräussersten Schichten bestehen aus ganz dünnen Plättchen.

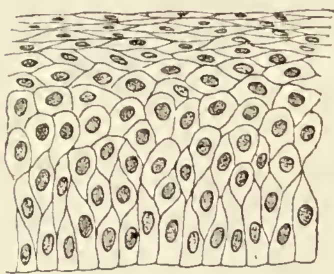


Fig. 27.
Schema eines mehrschichtigen Plattenepithels.

An geschichteten Plattenepithelien, bei welchen die obersten Zellen verhornen (siehe Haut), ist die Schichtung noch mehr spezialisirt: hier sind Schichten eingeschoben, in denen sich die Hornsubstanz allmählich entwickelt, aber erst in den obersten Lagen des Epithels zu einer völligen Verhornung der Zellen führt.

Besonders charakteristisch für ein geschichtetes Plattenepithel sind die sehr verbreiteten bindegewebigen Papillen, zapfenförmigen Erhabenheiten, die von dem unter dem Epithel liegenden Bindegewebe ausgehen und mehr oder weniger das Epithel einbuchten, derart, dass auf einem senkrechten Durchschnitt die innere Begrenzung des letzteren als eine wellenförmige Linie erscheint. Diese Papillen dienen nicht nur dazu, das Epithel mit dem Bindegewebe fester zu verbinden, sondern beeinflussen auch günstig seine Ernährung, indem auf diese Weise eine grössere Zahl seiner basalen Zellen mit dem Blutgefässe führenden Bindegewebe in Kontakt kommt.

b) Mehrschichtiges Cylinderepithel (Uebergangsepithel).

In diesem Epithel besteht die oberflächliche Lage aus cylindrischen Zellen mit oder ohne Flimmern; die Zellen besitzen Fortsätze, welche sich nach innen bis in die unteren Schichten verfolgen lassen; die äussere Oberfläche trägt oft Cilien. Im Uebrigen ist die Zelle ebenso gebaut wie im einschichtigen Cylinderepithel. Die basale (tiefste) Lage zeigt kubische Zellen von indifferentem Charakter; die Zellen der mittleren Schichten sind gewöhnlich unregelmässig polyedrisch.

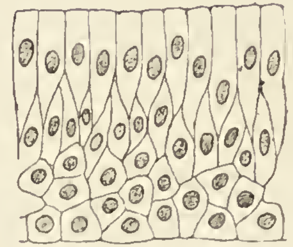


Fig. 28.
Schema eines mehrschichtigen Cylinderepithels ohne Flimmern.

Das mehrschichtige Cylinderepithel kommt im Nierenbecken, im Ureter, in der Harnblase vor. Flimmerndes findet sich z. B. im Vas deferens.

Wohl alle Epithelzellen sind miteinander durch Stachel oder Riffe (Intercellularbrücken) verbunden und in den hierdurch gegebenen Intercellularräumen cirkulirt Lymphplasma. Gegen die Oberfläche sind die Intercellularräume abgeschlossen. An in bestimmter Weise (Eisenhämatoxylin) behandelten Epithelien nämlich sieht man bei Oberflächenansicht die Zellen durch feine scharfe und ununterbrochene Kittlinien miteinander verbunden. Bonnet hat sie „Schlussleisten" genannt. Die Bedeutung der letzteren wird wohl einerseits darin bestehen, den Ausfluss des Lymphplasmas auf die Oberfläche zu verhindern, andererseits das Eindringen der Mikroorganismen zu verhüten [M. Heidenhain (**92**), Bonnet (**95**)].

3. Drüsenepithel.

a) Die Drüsenzelle.

Bestimmte, in den Reihen anderer Epithelzellen zerstreut liegende Zellen produziren Stoffe, die dazu bestimmt sind, nach aussen entleert zu werden, Vorgänge, welche man unter dem Ausdruck „Sekretion" zusammenfasst.

Das Protoplasma dieser Zellen produzirt eine Substanz (Sekretstoff), welche zunächst in Gestalt von Vakuolen im Innern der Zellen zum Vorschein kommt, sie aufbläht und schliesslich nach aussen entleert wird.

Alle diese Phasen der Thätigkeit einer Drüsenzelle fasst man unter dem Namen ihrer Sekretion zusammen: die aus Protoplasma allein bestehende, die ruhende oder sekretleere Drüsenzelle bildet Sekretstoff, wird dabei zu einer thätigen, secernirenden, füllt sich allmählich bis zu einem für sie bestimmten Grade mit Sekret und wird hiermit zu einer sekretgefüllten Zelle, worauf sie in der Regel den produzirten Sekretstoff nach aussen entleert, secernirt. Wie man sieht wird das Wort „Sekretion" sowohl für die Bildung des Sekretes innerhalb der Zelle (innere Sekretion), als auch für dessen Entleerung nach aussen (äussere Sekretion) gebraucht.

Vereinzelte solche Drüsenzellen kommen im Epithel sehr häufig vor und sind im Allgemeinen als einzellige Drüsen bekannt. Beim Menschen sind

sie zahlreich, z. B. im Darmepithel, und werden hier als Becherzellen bezeichnet.

Jede Darmepithelzelle ist befähigt, sich in eine Becherzelle zu verwandeln. Sie unterscheidet sich dann von den benachbarten Zellen dadurch, dass ihr freies Ende heller und aufgebläht, das basale, kernhaltige mehr zugespitzt erscheint. Die helle Substanz ist Schleim, welchen das Protoplasma der Zelle gebildet, aber noch nicht nach aussen befördert hat. Bei genauerer Betrachtung zeigt es sich, dass der Sekretstoff die Maschen eines sehr feinen protoplasmatischen Netzes ausfüllt, das mit dem den Kern umgebenden Protoplasma in kontinuirlichem Zusammenhang steht.



Fig. 29.
Becherzellen aus einem Bronchus des Hundes. Die mittlere Zelle ist noch im Besitze ihres Flimmerbesatzes, die rechte hat ihren Schleim bereits entleert (collabirte Becherzelle). 600mal vergr. Technik Nr. 128.

Wir haben also während des Sekretionsprozesses im Zellkörper zwei scharf von einander unterscheidbare Stoffe vor uns: der eine ist das ursprüngliche Protoplasma der Zelle (Protoplasma Kupffer), der andere das Produkt desselben (in diesem Falle Schleim), das Paraplasma Kupffer's. — Gelangt der Sekretstoff nach aussen, so kollabirt die Becherzelle, liegt dann als ein dünner Strang zwischen den Nachbarzellen, und es ist noch fraglich, ob sie nach der Expulsion des Sekretstoffes nicht überhaupt zu Grunde geht. Die dadurch entstehende Lücke wird im letzteren Falle durch Zusammenrücken der Nachbarzellen wieder ausgefüllt.

Mehrzellige Drüsen entstehen dadurch, dass eine ganze Reihe benachbarter Zellen sich in Drüsenzellen umwandelt; hierbei findet gewöhnlich eine mehr oder weniger tiefe Einstülpung der Epithelschicht in das darunter liegende Bindegewebe statt. Die einfachste Form solcher Einstülpungen ist eine cylindrische Röhre, ein Tubulus, dessen sämmtliche Zellen Drüsenzellen sind. Eine weitere Differenzirung wird dadurch gegeben, dass nicht alle eingestülpten Zellen secerniren, dass vielmehr ein Theil der Röhre die Rolle eines ausführenden Kanals übernimmt. Hierdurch zerfällt die ursprünglich einheitliche Röhre in einen ausführenden und in einen secernirenden Abschnitt.

Auch mehrzellige Drüsen können innerhalb des Epithels gelegen sein. Sie werden als intraepitheliale Drüsen (im Gegensatz zu extraepithelialen, oder kurzweg Drüsen,

deren Körper im Bindegewebe liegt) bezeichnet. Solche Drüsen, die von Amphibienlarven schon von früher her bekannt sind, sollen nach Sigm. Mayer, auch bei Säugethieren, und zwar im Nebenhoden, in der Conjunctiva etc. vorkommen.

b) Allgemeines über den Bau und die Eintheilung der Drüsen.

Die Mannigfaltigkeit der Drüsenformen, die wir kennen lernen werden, betrifft hauptsächlich den secernirenden Theil derselben, während der Ausführungsgang sich mehr indifferent verhält.

Die einfachste Form des secernirenden Drüsentheils bleibt immer ein gleichmässig dicker gestreckter Tubulus, wie er in den einfachen tubulösen Drüsen sich findet (Fundusdrüsen des Magens [Gl. gastricae], Lieberkühn'sche Drüsen desDarmes [Gl. intestinales]); er kann auch, ohne den Charakter eines Tubulus zu verlieren, sich mehr oder weniger winden (Pylorusdrüsen, Schweiss-, Ohrenschmalzdrüsen). — Auch dichotomische Verzweigungen des secernirenden Theils kommen vor — verzweigte tubulöse Drüse (Pylorusdrüsen, Uterindrüsen).

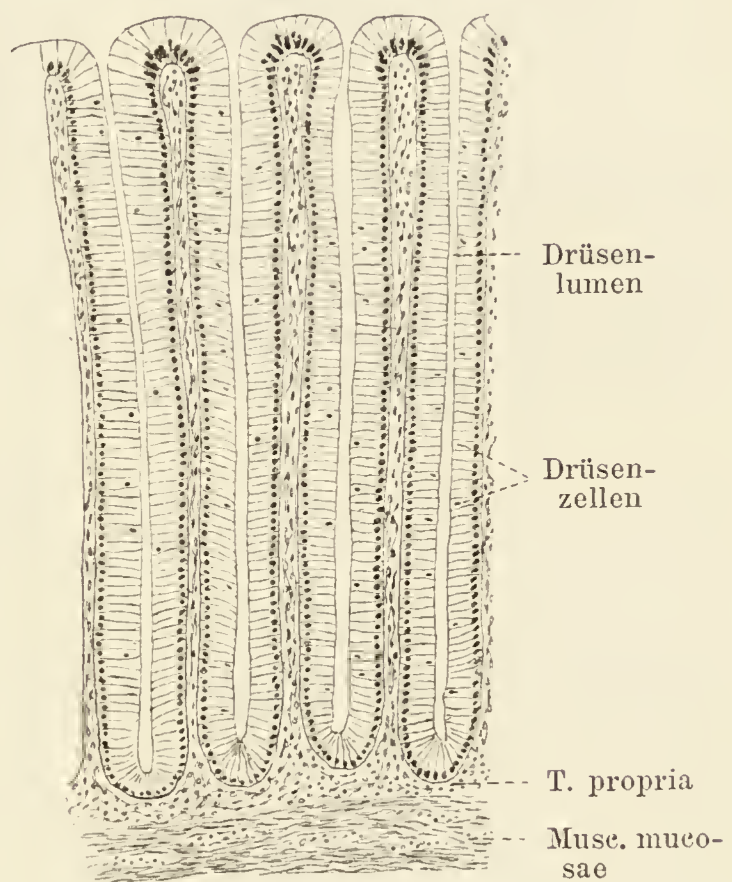


Fig. 30.

Einfache tubulöse Drüsen. Lieberkühn'sche Drüsen aus dem Dickdarm des Menschen. Behandlung mit Sublimat. Schnittpräparat. 90mal vergr.

Eine zusammengesetzte tubulöse Drüse ensteht dann, wenn zwei oder mehrere secernirende Theile in die Aeste eines oft komplizirt verzweigten Ausführungsgangsystems (Gangsystem) hineinmünden (Niere).

Die einzelnen secernirenden Schläuche können sich untereinander netzförmig verbinden, woraus dann netzförmige tubulöse Drüsen entstehen (Leber).

Bei den alveolären Drüsen hat der secernirende Abschnitt die Form eines im Allgemeinen langen ungleichmässig dicken Schlauches (Alveus) der in der Regel vielfach gewunden ist.

Nach demselben Prinzip wie die tubulösen Drüsen, theilt man auch die alveolären in einfache und zusammengesetzte ein. Zu den ersteren gehören z. Th. die Ebner'schen Drüsen der Zunge und die Brunner'schen des Duodenums; zu den letzteren die Speichel- und Schleimdrüsen.

Gewisse alveoläre Drüsen zeichnen sich durch eine flaschenförmige Gestalt aus, wobei der Hals der Flasche den Ausführungsgang der Drüse vor-

stellt (z. B. Hautdrüsen von *Salamandra*). Komplizirtere Formen der alveolären Drüsen entstehen ferner dadurch, dass ihre Wandung von Stelle



Fig. 31.
Ausführungsgänge und Lumina des secernirenden Theiles einer zusammengesetzten, aus einer Anzahl verzweigter tubulöser Drüsen bestehenden Drüse. Zungendrüse des Kaninchens. Chromsilberpräparat. 215 mal vergr.

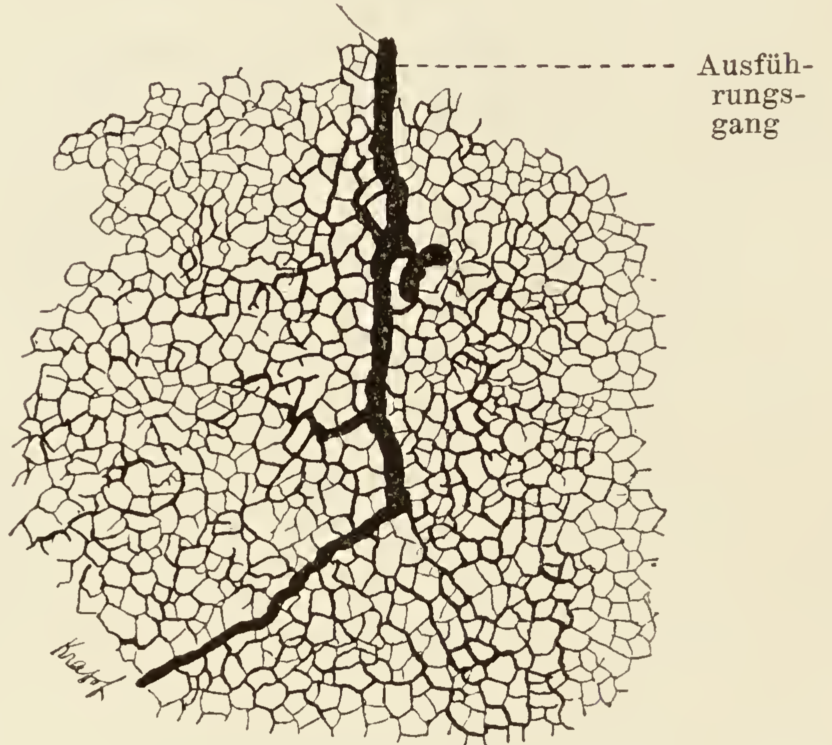


Fig. 32.
Lumina des secernirendes Theiles einer netzförmigen tubulösen Drüse. Aus der Leber des Menschen. Chromsilberpräparat. 120mal vergr.

zu Stelle sich kugelförmig ausbuchtet. Solche Ausbuchtungen bezeichnen wir als Alveolen (Alveoli).

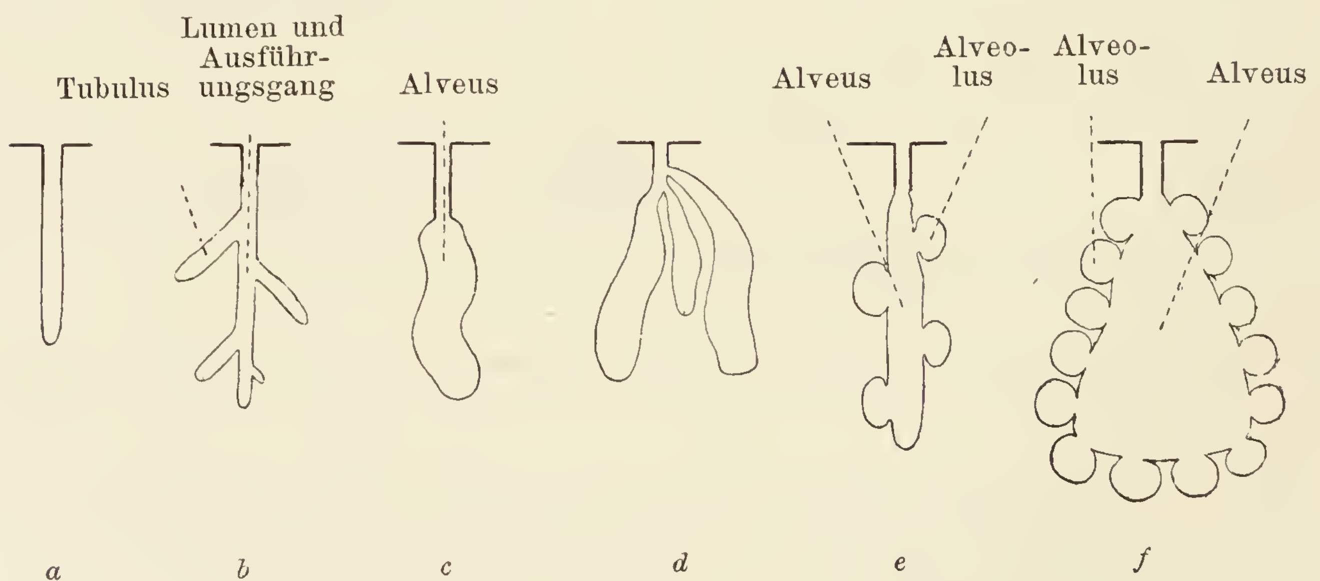
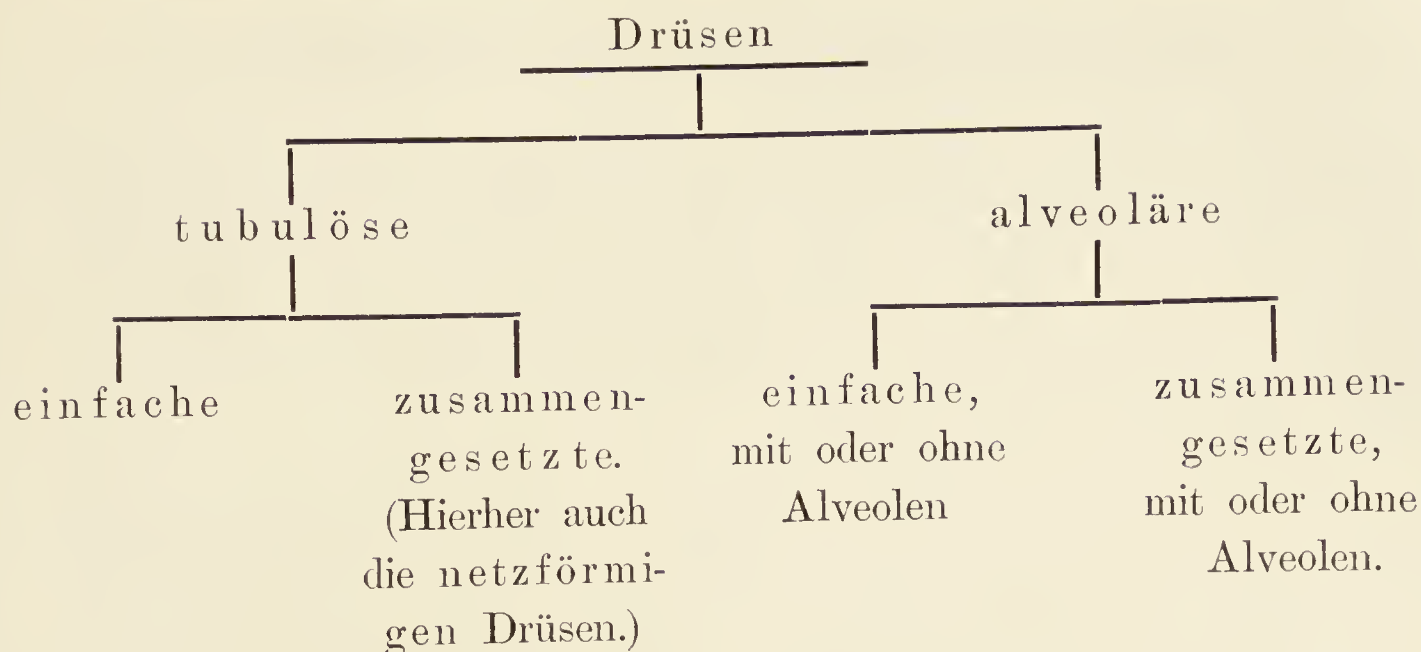


Fig. 33.
Schema der Eintheilung der Drüsen.

a einfache tubulöse Drüse; *b* verzweigte tubulöse Drüse; *c* einfache, *d* zusammengesetzte alveoläre Drüse ohne Alveoli; *e* und *f* alveoläre Drüsen mit Alveolen.

Aus dem bisher Gesagten würde sich für die mehrzelligen Drüsen ungefähr folgendes Schema ergeben:



Der secernirende und ausführende Theil der Drüsen ist von einer dünnen Membran (Membrana propria) umhüllt, welche nach einigen Autoren bindegewebigen Ursprungs, nach anderen ein Produkt der Drüsenzellen selbst ist. In manchen Fällen erscheint sie strukturlos, in anderen kann man in ihr eine zellige Struktur wahrnehmen; im letzteren Falle sind die Zellen sehr abgeplattet, zeigen zackige Konturen und besitzen einen ebenfalls sehr abgeplatteten Kern.

Makroskopisch präsentirt sich eine zusammengesetzte Drüse als ein mehr oder weniger voluminöser gelappter Körper, dessen Drüsenläppchen durch Bindegewebe zusammengehalten werden. In der unmittelbaren Umgebung der Läppchen verdichtet sich das Bindegewebe und bildet die sogenannte Tunica albuginea.

Dieses Bindegewebe ist mit zahlreichen Gefässen versehen, die ebenfalls zwischen die Drüsenläppchen eindringen und ein reiches Kapillarnetz in der unmittelbaren Nähe der Membrana propria erzeugen. In demselben Bindegewebe kommen Nerven vor, deren Beziehungen zu den Drüsenzellen aber bislang nicht aufgeklärt sind.

c) Bemerkungen über den Sekretionsvorgang.

Je nach ihrem Funktionszustand verändert die Drüsenzelle ihr mikroskopisches Aussehen. Eine in Thätigkeit begriffene zeigt mit Sekretstoff gefüllte Vakuolen (z. B. die Leberzelle) oder eine Körnelung (Pankreas), oder eine Strichelung (z. B. in der Niere) ihres Zelleibes

Der Sekretionsvorgang bietet auch darin Verschiedenheiten, dass in einem Falle die Zelle während und nach der Sekretion als Ganzes bestehen bleibt (Speicheldrüsen), im anderen Falle geht sie zum Theil selbst mit in den Sekretstoff ein und nur ihre basale kernhaltige Hälfte bleibt erhalten, wächst zu einer normalen Zelle heran, um noch mehrere Male denselben Sekretionsprozess durchzumachen (Milchdrüsen); im dritten Falle endlich kann bei einer einmaligen Sekretion die ganze Zelle zu Grunde gehen; sie wird dann durch andere Zellen ersetzt (Talgdrüsen).

Untersuchungsmethoden der Epithelgewebe.

127. Man kann Epithelien frisch untersuchen. Am einfachsten bekommt man dieselben zu Gesicht, wenn man Speichel nimmt, denselben unter ein Deckglas bringt und mit einer mittleren Vergrösserung untersucht. Man findet darin eine Menge isolirter Pflasterepithelzellen, die einzeln und zu kleinen Gruppen in der Speichelflüssigkeit suspendirt sind. Man sieht in der im Uebrigen verhornten Zelle ohne Weiteres den Zellenkern und um ihn einen kleinen granulirten Protoplasmahof.

128. Will man isolirte Epithelzellen aus anderen Organen sehen, so behandle man die zu isolirenden Epithelfetzen oder ganze Epithelschichten mit den sogenannten Isolirungsflüssigkeiten (Macerationsflüssigkeiten). Zu diesen gehören: 1. Jodserum, 2. sehr verdünnte Osmiumsäure, 1 ‰ oder ½ ‰, 3. sehr schwache Chromsäurelösungen, etwa 1 auf 5000 Wasser, 4. ½ ‰ oder 1 ‰ Kalium- oder Ammoniumbichromicum-Lösungen und vor allem der sogenannte ⅓ Alkohol von Ranvier (28 Vol. Alkohol abs., 72 Vol. dest. Wasser). Hervorragendes leistet auch die von Soulier **91** empfohlene Mischung von Rhodankalium oder -Ammonium mit der Flüssigkeit von Ripart und Petit (Vergl. T. 13) die von Objekt zu Objekt ausprobirt werden muss.

Alle diese Flüssigkeiten wendet man in der Weise an, dass man auf kleine frische Epithelstücke eine geringe Menge der Isolationsflüssigkeit (wenige Kubikcentimeter), je nach der Temperatur und der Beschaffenheit des Epithels 12—24 Stunden lang einwirken lässt. Haben die Isolationsmittel genügend eingewirkt, so ist es ein Leichtes durch Schütteln oder Zupfen mit Nadeln die Zellen vollständig zu isoliren. Man nimmt diese Isolation entweder in der Isolationsflüssigkeit selbst oder in einer sogenannten indifferenten Flüssigkeit vor [s. T. 13]. Im letzteren Falle ist eine Nachfärbung zulässig, indem man beispielsweise zu der indifferenten Flüssigkeit Pikrokarmin zusetzt, das Ganze mit einem Deckglase bedeckt und nach vollzogener Färbung die Farbe etwa durch Glycerin substituirt.

Dieselben Isolationsmethoden dienen auch zur Isolation von Flimmerepithelien.

129. Die Flimmerbewegung kann man bei Säugethieren an mit Skalpell abgeschabten Fetzen, z. B. des Trachea-Epithels, welche man in einer indifferenten Flüssigkeit untersucht, sehen. Da die Flimmerepithelien der Säuger sehr empfindlich sind, so empfiehlt es sich, wenn man längere Zeit hindurch die Flimmerbewegung studiren will, Flimmerepithelien der Gaumenschleimhaut des Frosches zu entnehmen und in physiologischer Kochsalzlösung (vergl. T. 13) zu untersuchen (besonders lange Cilien und grosse Epithelzellen findet man in den Kiemenblättchen von Muscheln).

130. Um die Epithelien in ihrem Verbande zu studiren, bedient man sich besonders bei einschichtigen Epithelien mit grossem Vortheil der Versilberungsmethode: Die Grenzen der Zellen erscheinen hierbei schwarz: dünne, frische Membranen, etwa das Mesenterium, dünne aufgeschnittene Gefässe, aufgeblasene Lungenalveolen werden, um die Fremdkörper (etwa anhaftende Blutkörperchen) zu entfernen, sehr kurze Zeit mit dest. Wasser abgespült. Dann wird je nach dem Objekt in eine 0,1—1 % wässerige Silbernitratlösung übertragen, worin die Objekte so lange liegen bleiben, bis sie undurchsichtig geworden sind (einige Minuten bis eine Stunde). Schliesslich werden sie in (viel) dest. Wasser ausgewaschen, bis sie eine bräunlich-röthliche Farbe anzunehmen anfangen. Diese letztere Procedur kann entweder in einem

von der Sonne direkt beschienenen Ort geschehen, was bei dickeren Lamellen von Vortheil ist, oder in diffusem Lichte vorgenommen werden. Nach einigen Minuten bis einer Stunde, je nach dem Objekt, werden die Stücke tüchtig mit Wasser abgespült und entweder in Glycerin, oder in abs. Alkohol ganz allmählich übertragen. Aus dem Alkohol können die Lamellen nach gewöhnlichen Methoden in Kanadabalsam eingeschlossen werden.

Ausser Wasser kann man als Lösungsmittel des Silbernitrates Salpetersäure (etwa 2—3 %), Osmiumsäure und auch andere Mittel gebrauchen. In allen Fällen lassen sich die versilberten Präparate mit den meisten Färbemitteln weiter behandeln.

Auch mehrschichtige Epithelien können mit Silbernitrat bearbeitet werden. In diesem Falle lasse man aber das Silber längere Zeit einwirken und stelle, nach einer genügenden Härtung des so behandelten Objektes, Schnitte her. Man sieht übrigens an manchen Objekten, z. B. an Fetzen der frisch abgehäuteten Froschhaut, die Grenzen der Epithelzellen ohne Weiteres sehr deutlich.

131. Um Intercellularbrücken darzustellen empfiehlt Kolossow folgende vorzügliche Methode: feine Membranen, kleinste auch vorher fixirte Gewebsstücke werden auf etwa $^1/_4$ Stunde in eine $^1/_2$—1 % Osmiumsäure (oder auch in eine Mischung von 50 ccm abs. Alkohol, 50 ccm dest. Wasser, 2 ccm Acid. nitricum conc. und 1—2 g Osmiumsäure gebracht und dann in eine 10% wässerige Tanninlösung (oder in einen folgendermassen zusammengesetzten Entwickler: 450 ccm Wasser, 100 ccm 85 % Alkohol, 50 ccm Glycerin, 30 g Tannin puriss. und 30 g Pyrogallussäure), in welcher sie 5 Minuten verweilen, müssen dann in schwacher Osmiumsäure abgespült, mit dest. Wasser ausgewaschen und in Alkohol etc. übertragen werden.

132. Selbstverständlich ist für das Studium dickerer Epithelformationen eine geeignete Fixirung mit einer nachfolgenden Untersuchung an Schnitten unerlässlich. Darüber und über die Methoden, welche bei Untersuchungen von Drüsen angewandt werden, vergl. in den einzelnen Organen.

B. Die Bindesubstanzen.

Die ersten Elemente des Bindegewebes entstehen im embryonalen Körper frühzeitig; ihre Entstehung ist eng an das Erscheinen des mittleren Keimblattes geknüpft. In der Regel schalten sie sich aus dem Verbande der Zellen des letzteren aus, kommen frei in die Lücken zwischen den Keimblättern zu liegen und verändern hierbei ihre Form (Mesenchymkeime).

Sie bekommen Fortsätze, welche kontraktil sind, ausgesandt und wieder eingezogen werden können, wodurch eine Eigenschaft der Zelle zu Tage tritt, welche sie zur Lokomotion befähigt: sie kann hierdurch dauernd zu einer Wanderzelle werden. Auch bei der Nahrungsaufnahme spielen die erwähnten Fortsätze eine bedeutende Rolle: sie kommen mit den zur Aufnahme bestimmten Körperchen in Berührung, umgreifen sie, nehmen sie auf und befördern sie in den Zellkörper, in welchem sie assimilirt werden.

Manche solcher Zellen (Merocyten, Rückert 85) nehmen z. B. Dotterbestandtheile aus dem Dottersacke der Embryonen (Selachier, Reptilien, Vögel) in sich auf und verarbeiten dieselben für die Ernährung des Embryos.

Eine andere Art von Wanderzellen, die Phagocyten (Metschnikoff), scheinen damit betraut zu sein, aus dem Körper überflüssige oder schädliche Stoffe (z. B. Bacillen) zu entfernen. Sie nehmen sie in sich auf, um sie entweder zu verdauen oder wenigstens unschädlich zu machen. Aufgenommene Stoffe können aber auch durch die Wanderzellen weiter befördert, um am anderen Orte deponirt zu werden.

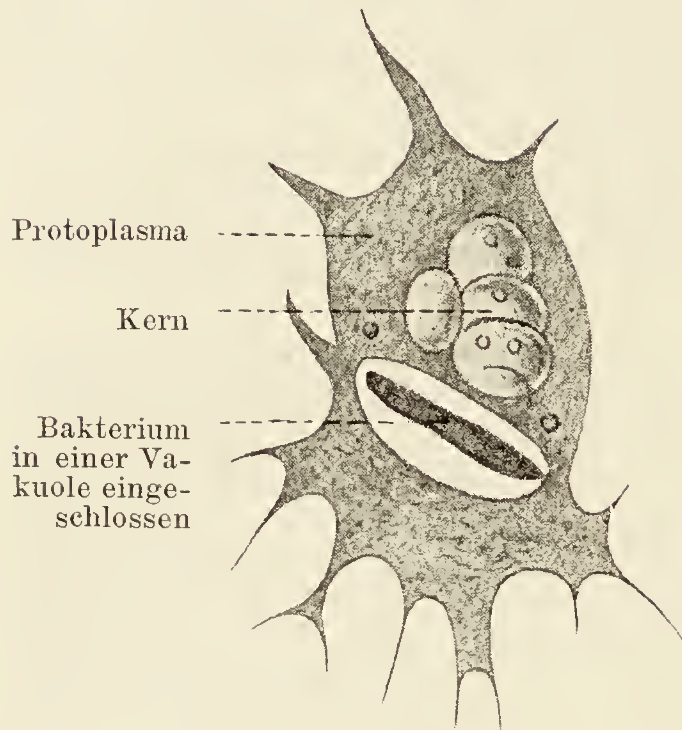


Fig. 34.
Ein Leukocyt des Frosches mit Pseudopodien, in dem ein Bakterium eingeschlossen ist und verdaut wird. Nach Metschnikoff aus O. Hertwig **93. 2.**

Solche aus dem Mesenchym entstandene, noch mit ursprünglichen Eigenschaften versehene Zellen sind im erwachsenen Organismus je nach ihrer Aufgabe und ihrem Vorkommen unter den verschiedensten Namen bekannt: im Blute sind es die weissen Blutzellen, in Lymphdrüsen und Lymphgefässen die Lymphkörperchen, im Bindegewebe die wandernden Bindegewebszellen, die Plasmazellen Waldeyer's etc. Hierher gehören auch jedenfalls die Pigmentzellen der Cutis.

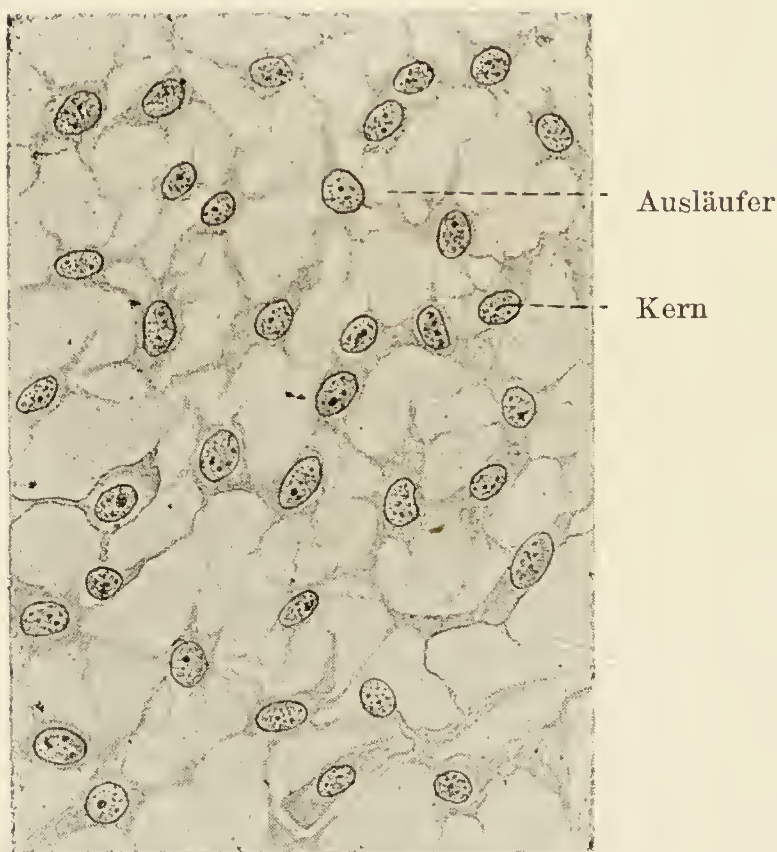


Fig. 35.
Mesenchymgewebe aus der Subcutis eines Entenembryos. 650 mal vergr. Technik Nr. 17.

Dadurch, dass wieder andere Mesenchymzellen sesshaft werden, werden sie zu sogenannten fixen Bindegewebszellen. Sie sind ebenfalls noch von embryonalem Charakter und kommen im Körper des Erwachsenen beispielsweise in der Cutis, im Bindegewebe der Pleura, des Peritoneums etc. vor.

Bei weitem in den meisten Fällen aber treten in den sich zu Bindegewebe differenzirenden Elementen des mittleren Keimblattes spezifische Strukturen auf: sie verwandeln sich in Bindegewebsfasern, und zwar dadurch, dass in ihrem Inneren feine Fädchen, Fibrillen zur Ausbildung kommen (fibrilläres Bindegewebe), ein Prozess, der immer mit einer regen Theilung des Kernes verbunden ist (Flemming **91. 2**, Lwoff, Reinke). Die Zelle wird mehrkernig und

dehnt sich beträchtlich in die Länge. Die in ihr gebildeten Fibrillen gewinnen nach und nach das Uebergewicht über den Zellkörper selbst, so dass bei der Betrachtung des Gewebes im ganzen die Fibrillen zuerst in's Auge fallen, dem Gewebe das Gepräge verleihen und die „Grundsubstanz“ desselben abgeben.

In gewissen Fällen ist die Grundsubstanz von mehr flüssiger Beschaffenheit und enthält nur spärliche Fasern. So ist es z. B. im Gallertgewebe, das bei Embryonen und bei niederen Thieren vielfach vertreten ist. Das Gallertgewebe ist beim Erwachsenen im Glaskörper zu finden.

Die einfachste Art der Anordnung der Fasern im fibrillären Bindegewebe ist eine parallele, wie z. B. in den Sehnen, vielen Aponeurosen, Bändern u. s. w. — In anderen Fällen, im lockeren Bindegewebe, verflechten und verästeln sich die Fasern zu weiten und engmaschigen Netzen, deren Zwischenräume mit fixen Bindegewebszellen, Gefässen etc. ausgefüllt sind.

Von diesen, eben beschriebenen, eigentlichen Bindegewebsfasern sind die ebenfalls zum Bindegewebe gehörigen elastischen Fasern in vielen Beziehungen verschieden. Sie sind oft den Bindegewebsfasern beigemengt, können aber auch allein ganze Bildungen zusammensetzen, so z. B. das Ligamentum nuchae einiger Thiere. In der Regel sind die elastischen Fasern verästelt, können aber auch unter sich zu durchlöcherten, sogenannten „gefensterten“ Membranen verschmelzen (z. B. in der Gefässwand).

Eine wesentliche Modifikation erfährt die Bindegewebsfaser, wenn sie verkalkt, ein Prozess, der mit einer Ablagerung von anorganischen Stoffen in der Faser verbunden ist und in der Regel zur Bildung des Knochens führt.

Ein anderes, in die Reihe der Bindesubstanzen gehöriges Gewebe ist der Knorpel. An Stelle der Fibrillen entwickeln die zur Bildung des Knorpels bestimmten Zellen des mittleren Keimblattes eine hyaline Substanz, die im fertigen Gewebe die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels darstellt. Aber auch im Knorpel kann die Grundsubstanz von elastischen oder Bindegewebsfasern durchzogen sein, wodurch der Knorpel zu einem elastischen oder Bindegewebsknorpel wird.

Eine wichtige Eigenschaft der Bindesubstanzen besteht darin, dass ihre verschiedenen, vorhin erwähnten Gruppen in einander übergehen können: so kann z. B. aus dem fibrillären Bindegewebe Knochen entstehen, ebenso kann sich letzterer an Stelle des Knorpels entwickeln.

Trotz dieser Fähigkeit, sich gegenseitig zu vertreten, zeigen die Grundsubstanzen der erwähnten Gewebe in ihren chemischen Eigenschaften nicht unwesentliche Verschiedenheiten: die Bindegewebsfaser und Knochengrundsubstanz geben z. B. beim Kochen Leim (Colla); die elastische Faser liefert unter bestimmten Bedingungen Elastin, die Knorpelgrundsubstanz Chondrin.

Die Bindesubstanzen sind im Körper sehr verbreitet: während Knochen und Knorpel relativ feste Bestandtheile (Organe) des Körpers sind, verbindet das weichere Bindegewebe die Organe und Organtheile untereinander, hält sie in fester Fügung, weshalb es als „bindendes“ Gewebe, schlechthin als Bindegewebe bezeichnet wird und der ganzen Gruppe den Namen „Bindesubstanzen“ verliehen hat.

Zum Bindegewebe rechnen wir auch das retikuläre oder adenoide Gewebe, welches in lymphoiden Organen vorkommt. Dasselbe besteht beim Erwachsenen aus einem Geflecht von miteinander anastomosirenden verzweigten Zellen und feinsten Fasern.

Bestimmte Bindegewebszellen haben die Eigenschaft, Fett zu produziren; an gewissen Stellen des Körpers bilden sie zum Schutze der Organe



Fig. 36.
Retikuläres Bindegewebe aus einer Lymphdrüse des Menschen.
280 mal vergr. Pinselpräparat.

und als Reservematerial ganze Fettpolster, weshalb man von einem Fettgewebe spricht. Letzteres kann aber nicht als eine besondere, den übrigen Gruppen der Bindesubstanzen koordinirte Gewebsart gelten, da es nachweisbar zum Bindegewebe gehört und da auftreten kann, wo letzteres vorkommt.

Schliesslich können gewisse Elemente des mittleren Keimblattes Farbstoffe, Pigmente enthalten. Hierzu gehören die Pigmentzellen und die rothen Blutkörperchen.

Nach unserer Schilderung hätten wir also folgende Arten der Bindesubstanzen zu unterscheiden: 1. retikuläres, 2. Gallertgewebe, 3. faseriges (fibrilläres) Bindegewebe, 4. elastisches Gewebe, 5. Fettgewebe, 6. Knorpel, 7. Knochen.

1. Retikuläres Bindegewebe.

Als am wenigsten modifizirt, d. h. dem Mesenchymgewebe am nächsten stehend, ist das retikuläre Gewebe zu betrachten. — Es besteht aus sternförmigen, miteinander anastomosirenden Zellen, welche auch Fasern bilden können, die sich indessen in Fibrillen nicht zerlegen lassen; es kommt auf diese Weise zur Bildung von zusammenhängenden Netzen, welchen die Reste der Bildungszellen ansitzen. — Das retikuläre Bindegewebe unterscheidet sich chemisch von der Bindegewebs- und elastischen Faser. Es ist in den Lymphdrüsen (deshalb auch adenoides Gewebe genannt) und lymphoiden Organen verbreitet; seine Maschen sind mit Lymphzellen ausgefüllt.

2. Gallertgewebe.

Zum Gallertgewebe rechnet man ein beim erwachsenen Menschen wenig verbreitetes Gewebe von embryonalem Charakter. Dasselbe besteht aus wenig zahlreichen verästelten Zellen, welche miteinander anastomosiren und in einer gelatinösen von spärlichen Fasern durchsetzten Masse eingebettet sind. Die Fasern, sowie auch die gelatinöse Zwischensubstanz sind die Produkte der Zellen selbst. — Während der Embryonalentwickelung ist dieses Gewebe in reichem Maasse im Nabelstrang vertreten und wird hier als Wharton'sche Sulze bezeichnet. Ausserdem kommt dasselbe embryonal in der Cutis, in der Umgebung der halbzirkelförmigen Kanäle und des Schneckenkanals des Gehörganges, im Glaskörper etc. vor.

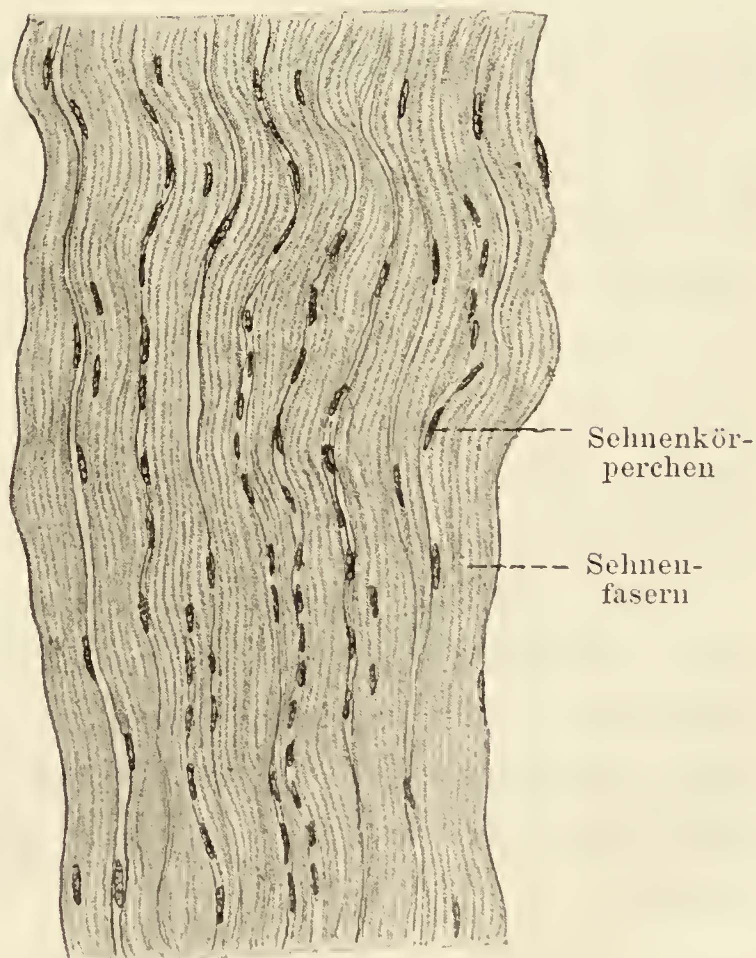


Fig. 37.
Stück eines Längsschnittes durch eine Sehne. 270mal vergr.

3. Faseriges Bindegewebe.

Morphologisch kann man das faserige Bindegewebe je nach der Anordnung der Fasern in zwei Gruppen zerlegen: in der ersten, zu welcher die Sehnen, zum Theil die Aponeurosen u. s. w. gehören, verlaufen die Fasern parallel zueinander. In der zweiten Gruppe kreuzen und verflechten sie sich zu Netzen, wodurch enge und weite Maschen gebildet werden (areoläres Bindegewebe). Im Peritoneum z. B. liegen diese Netze in einer Ebene. Da, wo faseriges Bindegewebe sich in grösseren Massen, wie z. B. in der Cutis, ansammelt, verzweigen sich diese Netze nach allen Dimensionen des Raumes.

Zwischen den einzelnen Fasern bleiben grössere, in einzelnen Fällen nur schwer wahrnehmbare Lücken bestehen, welche man trotz der Anwesenheit von embryonalen Bindegewebszellen nebst Gefässen in denselben etc. genetisch als intercelluläre Räume auffassen muss.

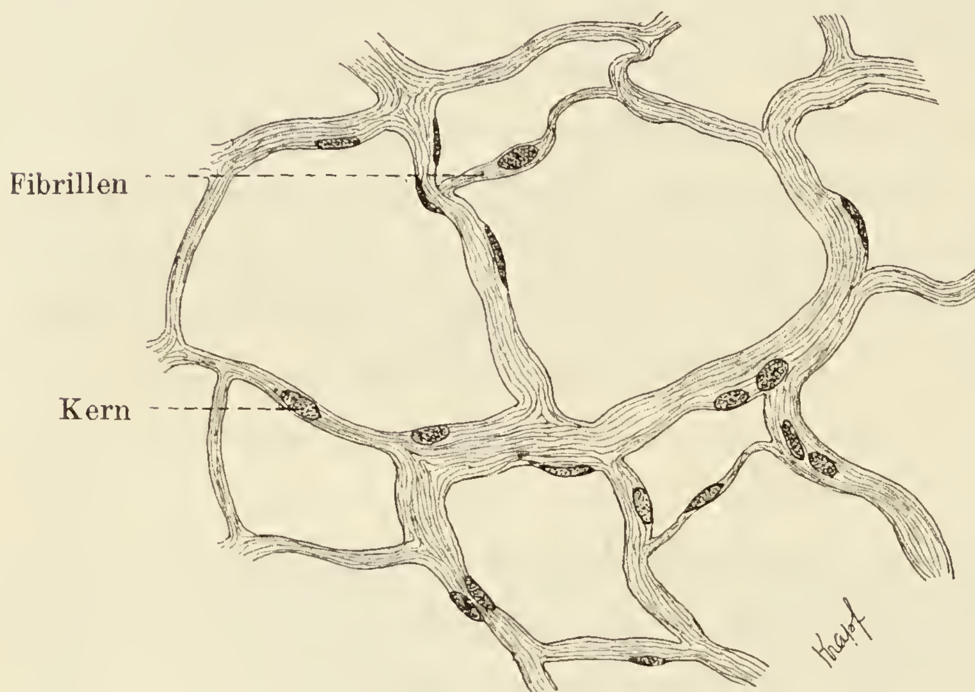


Fig. 38.
Faseriges, zu Netzen angeordnetes (sogenanntes areoläres) Bindegewebe aus dem Omentum majus des Kaninchens. 400mal vergr. Technik Nr. 17.

Man kann annehmen, dass ähnlich wie beim Muskel das Sarkolemm, so auch hier eine die ganze Faser umhüllende, schwer darzustellende Membran vorhanden ist, die genetisch von der Membran der Bildungszelle abzuleiten wäre. In allen Fällen, sei es bei den parallelen, sei es bei den netzartig angeordneten Fasern, besteht die Substanz der letzteren aus feinsten, lineär verlaufenden Fäden — Fibrillen (0,6—0,9μ). Zwischen ihnen sind Reste von nicht zu Fibrillen umgewandeltem Protoplasma der Bildungszelle vorhanden (Mucin? s. Technik). Letzteres verkittet die Fibrillen untereinander und kann durch bestimmte Reagenzien in Lösung gebracht werden, so dass die Fibrillen auseinander fallen; man sieht sie dann als feine, völlig homogene Fäden verlaufen.

An der Oberfläche der Faser befinden sich zellige Elemente, welche erhaltene Reste derjenigen Zellen sind, die die Fibrillen der Faser bereits produzirt haben, Bindegewebskörperchen.

Die Fibrillen quellen durch Zusatz von Essigsäure derart auf, dass sie etwa das Zehnfache ihres Volumens erreichen. Sie sind dann als solche nicht mehr wahrzunehmen: die ganze Faser gewinnt eine glasige Beschaffenheit. Da aber die zelligen Elemente bei Zusatz von Essigsäure nicht mit aufquellen, so treten sie auf dem glasigen Untergrunde um so deutlicher hervor.

4. Elastisches Bindegewebe.

Das elastische Gewebe schliesst sich eng an das faserige Bindegewebe an, unterscheidet sich aber von demselben in manchen wichtigen Beziehungen. Seine Fasern sind dem Bindegewebe fast immer beigemengt; es giebt aber Organe, wie z. B. das Lig. nuchae des Rindes, die fast ausschliesslich aus elastischen Fasern gebildet sind.

Das Kaliber der elastischen Faser ist sehr variabel: ihr Breitendurchmesser kann Bruchtheile eines μ betragen, aber auch 10 μ und darüber erreichen.

Die elastischen Fasern besitzen einen eigenthümlichen, ihnen eigenen Glanz, durch welchen sie sich deutlich von der Bindegewebsfaser unterscheiden. Sie sind in den meisten Fällen verästelt, verbinden sich miteinander zu Netzwerken, können auch zu grösseren Platten verschmelzen (z. B. in den sogenannten gefensterten Membranen der Tunica media der Gefässe. Ein chemischer Unterschied zwischen der Bindegewebs- und der elastischen Faser ist dadurch gegeben, dass die letztere nicht Leim, sondern Elastin liefert, welches sich nur in heisser konz. Kalilauge und in kalter konz. Schwefel- und Salpetersäure löst, Reagenzien, welche das Elastin zugleich auch zersetzen.

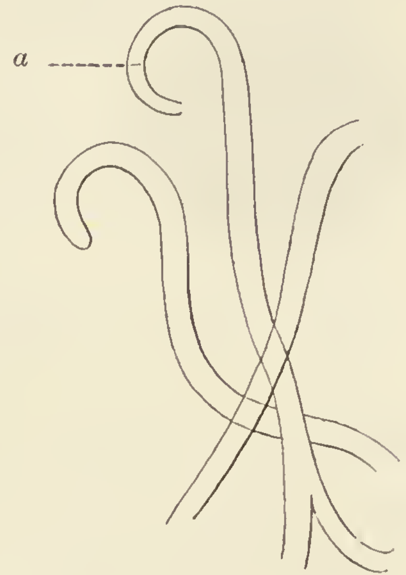


Fig. 39.
Elastische Fasern aus dem Lig. nuchae des Rindes, frisch gezupft. 500mal vergr.
Bei *a* ist die Faser in einer charakteristischen Weise umgebogen (Bischofstabform).

Die Entwickelung des elastischen Gewebes ist noch vielfachen Kontroversen unterworfen; die Autoren sind darüber nicht einig, ob die ganze Bildungszelle in die gebildete Faser eingeht, oder nur das Protoplasma derselben, wobei der Kern sich als solcher erhält. Jedenfalls ist sicher, dass die elastischen Fasern kernlos sind, dass sie sich durch Anwendung von Reagentien nicht wie die Bindegewebsfaser in Fibrillen zerlegen lassen. Diese Umstände erschweren die Beurtheilung des morphologischen Werthes des elastischen Gewebes.

Nach Gardner entstehen feinste elastische Fasern in den Embryonalhüllen gewisser Säugethiere aus einer Aneinanderlagerung von Körnchen, welche im Protoplasma von verästelten Bildungszellen zur Entstehung kommen. Gröbere Fasern gehen aus einer Zusammenfügung (Apposition) feinster hervor. Hiermit wäre die fibrilläre Natur der gröberen elastischen Faser genetisch bewiesen.

Eine eigene Stellung nehmen die sehr verbreiteten, namentlich in Begleitung von Kapillaren, in der Leber, in der Milz, im Knochenmarke etc. vorkommenden Gitterfasern. Das Nähere über die letzteren ist noch nicht genügend bekannt; soviel ist aber sicher, dass sie weder mit den elastischen, noch mit den Bindegewebsfasern und -fibrillen identisch sind.

5. Fettgewebe.

An ganz bestimmten Stellen des Körpers treten typische Gruppen von fixen Bindegewebszellen auf, welche sich regelmässig in Fettzellen, resp. Fettgewebe umwandeln (Fettorgane, Toldt). Aber auch an anderen beliebigen Stellen des Körpers können Bindegewebszellen zu Fettzellen werden. Im letzteren Falle scheint das Fett als solches aus den Zellen unter Umständen

wieder schwinden zu können und die Möglichkeit vorhanden zu sein, dass die Fettzelle sich abermals in eine gewöhnliche Bindegewebszelle umwandle. Die Fettbildung geht ganz allmählich vor sich: aus kleinen im Protoplasma zerstreuten Fetttröpfchen entstehen durch Konfluenz grössere Tropfen, und so geht die Bildung des Fettes weiter, bis ein grosser Tropfen die Zelle fast vollständig erfüllt (vergl. auch H. Rabl **96**). In dem Maasse wie der Fettropfen anwächst, wird das Protoplasma der Zelle sammt ihrem Kerne an die Peripherie geschoben; hier befindet sich ersteres in einer dünnen Schicht, an der Innenfläche der glashellen Membran ausgebreitet. Durch den Druck, den der Fettropfen auf den Kern ausübt, wird dieser platt gedrückt und erscheint, im Profil gesehen, als ein längliches Gebilde. An Stellen, an welchen grössere Massen von Fettzellen sich ansammeln, werden die letzteren durch gröbere Züge von Bindegewebe in grössere und kleinere Abtheilungen, im Allgemeinen von kugeliger Gestalt, gesondert (Fettläppchen). Zahlreiche Blutgefässe verlaufen in diesem Bindegewebe, begeben sich in die einzelnen Fettläppchen hinein und zerfallen hier in ein reiches Kapillarnetz.

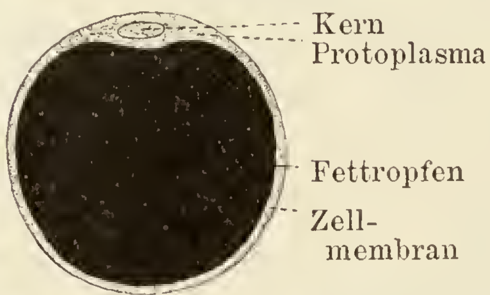


Fig. 40.
Schema einer Fettzelle.

Mikroskopisch ist das Fett an seinem eigenthümlichen Glanze (beim auffallenden Lichte) leicht zu erkennen. Bestimmten Reagenzien gegenüber verhält es sich auf eine sehr charakteristische Weise: so z. B. wird dasselbe bei Behandlung mit Osmiumsäure typisch schwarz, mit Sudan III roth gefärbt.

6. Knorpel.

Am einfachsten gebaut ist der hyaline Knorpel, den man so nennt, weil seine Grundsubstanz homogen und durchsichtig ist. Die Knorpelzellen, für sich betrachtet, sind wenig typisch und von verschiedener Form; sie sind in der Grundsubstanz meistens unregelmässig zerstreut, oft aber auch beisammen in Gruppen gelegen. An der Peripherie des Knorpels, da wo derselbe entweder frei liegt (Gelenkhöhlen), oder an das Perichondrium grenzt, liegen seine Zellen in mehreren, parallel der Oberfläche gerichteten, ziemlich regelmässig verlaufenden Reihen.

In den Knorpelzellen trifft man öfters Glykogen, das in Gestalt von Tropfen, oder in mehr diffuser Vertheilung im Protoplasma auftritt.

Die Grundsubstanz des Knorpels ist das Produkt seiner Zellen; sie ist im sogenannten Vorknorpel (embryonalen Knorpel) noch nicht vorhanden (in dieser Hinsicht reiht sich das Gewebe der Chorda dorsalis hier an).

Beim Vorknorpel liegen die Zellen mit ihren Membranen dicht aneinander; erst allmählich tritt die Grundsubstanz auf, und zwar in folgender Weise: die Membranen der Zellen verdicken sich, wodurch die letzteren auseinander gedrängt werden; innerhalb dieser Membranen theilen sich die Zellen

weiter und jedes Theilprodukt bildet wiederum eine Membran aus, während die Membranen der Mutterzellen, miteinander verschmelzend, in die Grundsubstanz sich umwandeln. Die neugebildeten Membranen der Tochterzellen durchlaufen dieselben Prozesse und verschmelzen sowohl untereinander, wie auch mit der vorhandenen Grundsubstanz. Schliesslich erreicht der Knorpel die Beschaffenheit des fertigen Gewebes. Die jüngsten Zellen besitzen ebenfalls eine Membran, welche sie von der Grundsubstanz trennt und die als Knorpelkapsel bezeichnet wird. Der Raum, in welchem die Zelle in der Kapsel liegt, ist die Knorpelhöhle.

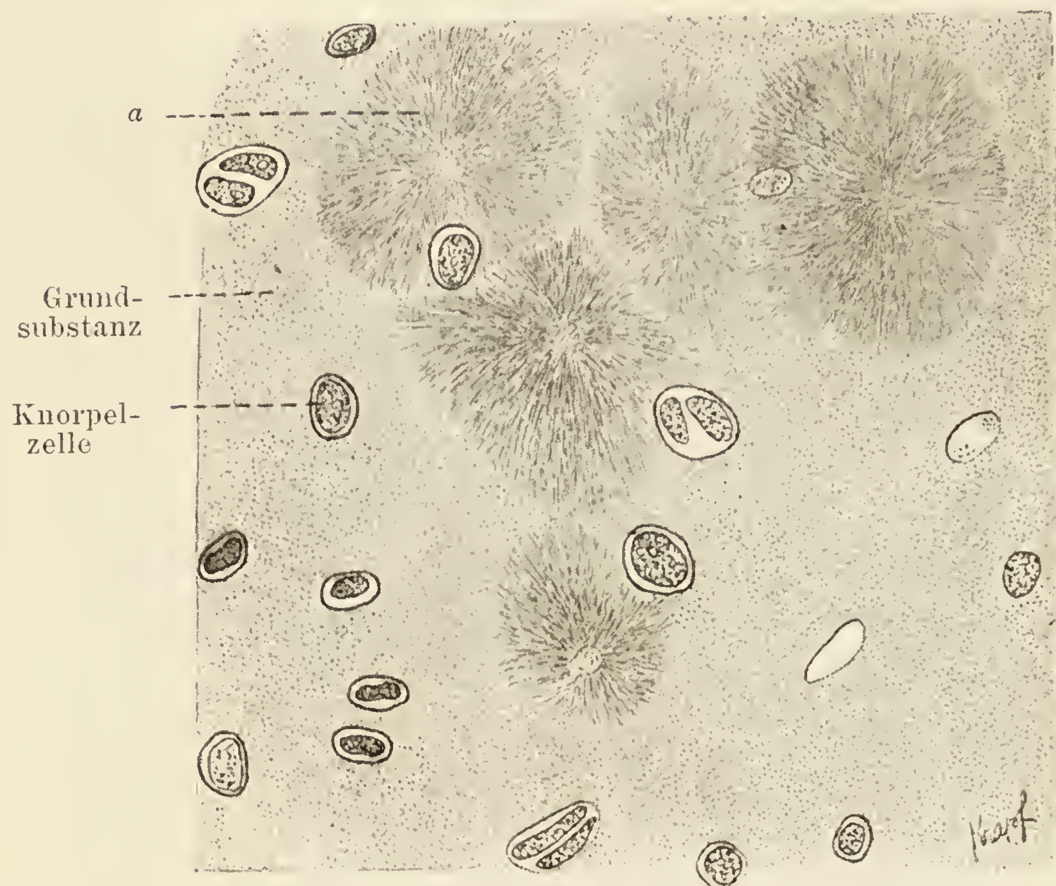


Fig. 41.
Hyaliner Knorpel (Rippenknorpel des Rindes). Alkoholpräparat. 300 mal vergr.
Man sieht die Zellen in ihren Kapseln eingeschlossen — Bei *a* radiär ausstrahlende Züge — ein nicht seltener, aber durchaus kein charakteristischer Befund.

Nach der gegebenen Darstellung würde der Knorpel hauptsächlich durch Intussusception wachsen; ein appositionelles Wachsthum, wenn auch in geringerem Maasse, kann beim Knorpel indessen nicht in Abrede gestellt werden; es findet da statt, wo der Knorpel an das Bindegewebe, Perichondrium grenzt; die Beziehungen beider Bildungen (Perichondrium und Knorpel) sind ausserordentlich innige: man sieht Fasern des Perichondriums in die Knorpelgrundsubstanz übergehen und darin aufgehen; hiebei scheinen Bindegewebszellen sich direkt in Knorpelzellen umzuwandeln.

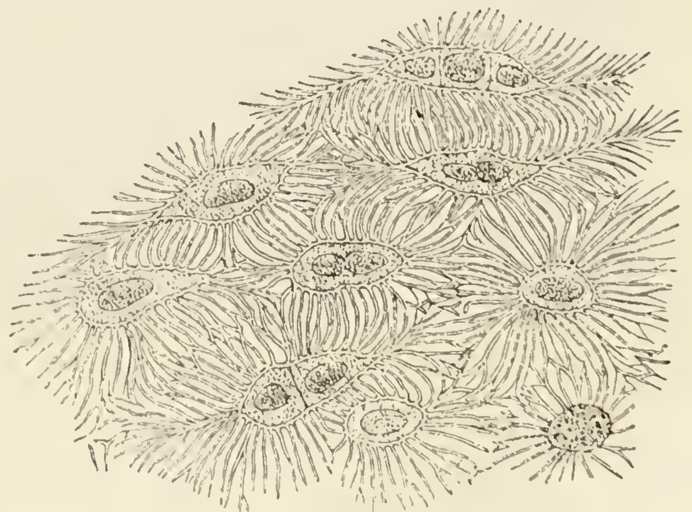


Fig. 42.
Aus einem Schnitt durch den Kopfknorpel eines Tintenfisches. Nach M. Fürbringer aus Bergh.

Von Interesse ist es, dass der Knorpel gewisser wirbelloser Thiere, der Cephalopoden, Zellen mit untereinander anastomosirenden Fortsätzen enthält (Fig. 42). Die Knorpelzelle ist in diesem Falle einer Knochenzelle ähnlich, und ist hiermit die Möglichkeit eines Ueberganges der Elemente des Knorpels in die des Knochens theoretisch gegeben (M. Fürbringer).

Im Bindegewebsknorpel sind in der Grundsubstanz von Anfang an, schon im Vorknorpel, Bindegewebszüge vorhanden. Die letzteren prävaliren über die hyaline Grundsubstanz und verlaufen in der Regel parallel zueinander.

Der Bindegewebsknorpel kommt in den Ligamenta intervertebralia, in der Symphysis ossium pubis, an der Insertionsstelle des Lig. teres femoris u. s. w. vor.

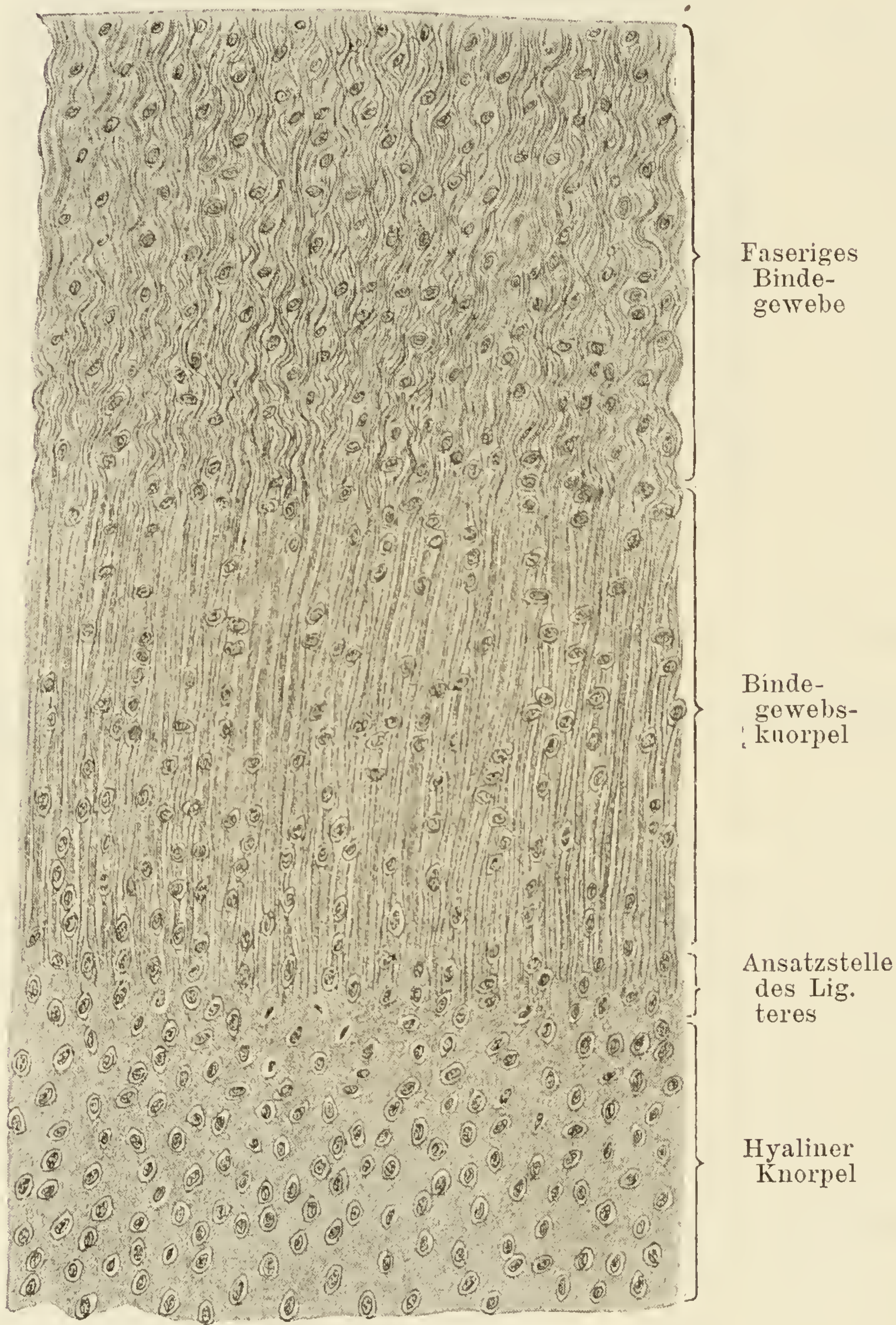


Fig. 43.
Ansatzstelle des Ligamentum teres am caput femoris. Längsschnitt. 650 mal vergr. Technik Nr. 157a.

Auch elastische Fasern sind an manchen Orten dem hyalinen Knorpel beigemengt (elastischer Knorpel); sie verästeln sich und zeigen auch hier feine und gröbere Fasern, die in typischer Weise, sich spitzwinkelig theilend, gröbere und feinere Netze bilden (Fig. 44); am Perichondrium gehen sie in die gleichnamigen Elemente des letzteren über. Der elastische Knorpel bildet die Knorpel des äusseren Ohres, des knorpeligen Gehörganges und eine Anzahl Knorpel im Kehlkopfe (siehe diesen).

Die hyaline Grundsubstanz kann bei jeder Knorpelart auch mit den darin enthaltenen Fasern, namentlich im vorgerückteren Alter, verkalken, wodurch der Knorpel spröde und brüchig wird (verkalkter Knorpel, Kalkknorpel).

Die Ernährung des Knorpels wird durch Gefässe bewerkstelligt, welche aber nur spärlich in seiner Grundsubstanz vertreten sind. Man nimmt daher an, dass in der letzteren sehr feine, kaum wahrnehmbare Saftkanälchen

vorhanden sind, in welchen Lymphplasma zirkulirt (vergl. die Untersuchungen von Flesch, Budge, Solger **89. 2**, van der Stricht **87** etc.).

Wenn man die Knorpelgrundsubstanz in zugeschmolzenen Röhren mit auf 120° C. erhitztem Wasser digerirt, filtrirt und dann mit Alkohol ausfällt, so liefert sie Chondrin. Letzteres ist in kaltem Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, hingegen löst es sich in heissem Wasser auf, wobei die Lösung beim Erkalten gelatinirt. Im Gegensatz zu Leim giebt Chondrin mit Essigsäure einen Niederschlag, der im Ueberschuss der Säure sich nicht löst. Fügt man aber Mineralsäuren hinzu, so löst sich der zuerst entstandene Niederschlag im Ueberschuss dieser Säuren auf.

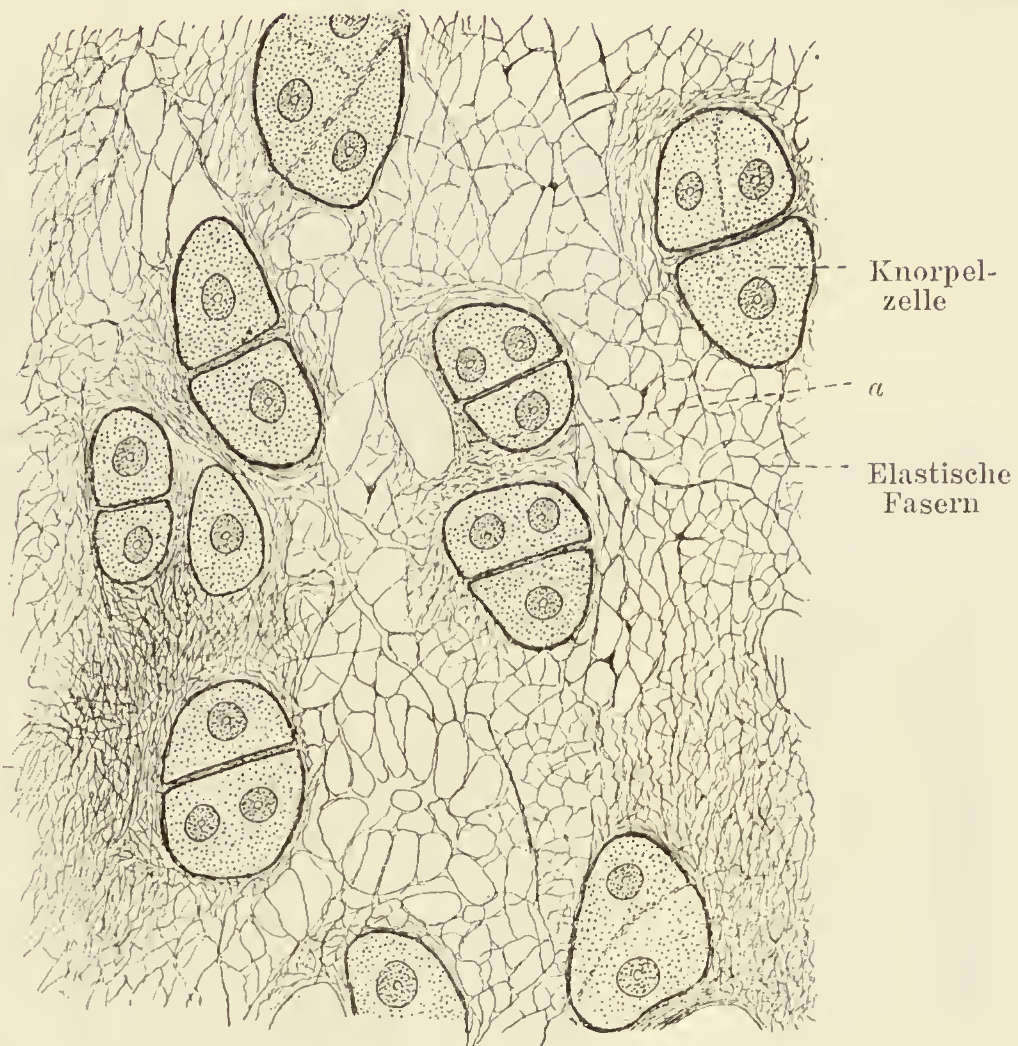


Fig. 44.
Elastischer Knorpel (Netzknorpel) aus dem äusseren Ohr des Menschen. 760 mal vergr. Technik Nr. 149.
Bei *a* feinmaschige elastische Netze in der unmittelbaren Umgebung der Knorpelkapseln.

7. Knochen.

a) Bau des Knochens.

Der Knochen entwickelt sich immer auf einer bindegewebigen Grundlage, selbst dann, wenn er an Stellen auftritt, an welchen früher Knorpel war.

Die im Knochen befindliche anorganische Substanz lagert sich in den Fasern des Bindegewebes ab, während die Zellen des letzteren zu Knochenzellen werden.

Wie im Bindegewebe, so ist auch im Knochen die Grundsubstanz faserig. Zwischen diesen Fasern bleiben unverkalkte Zellen, Knochenzellen, bestehen, von welchen eine jede in einer Höhle der Knochensubstanz, der Knochenhöhle, liegt.

Im einfachsten Falle besteht der Knochen aus einer einzigen dünnen Lamelle und von diesem Zustande aus leitet sich der komplizirte Bau der

Skelettknochen dadurch ab, dass eine Reihe von anderen Lamellen zu der einen Lamelle hinzukommt, wodurch schliesslich ein ganzes System von Lamellen gebildet wird. Im letzteren Falle ist der Knochen auch vaskularisirt: die Gefässe verlaufen in besonders hierzu bestimmten Kanälen, die man als Gefäss- oder Havers'sche Kanäle bezeichnet.

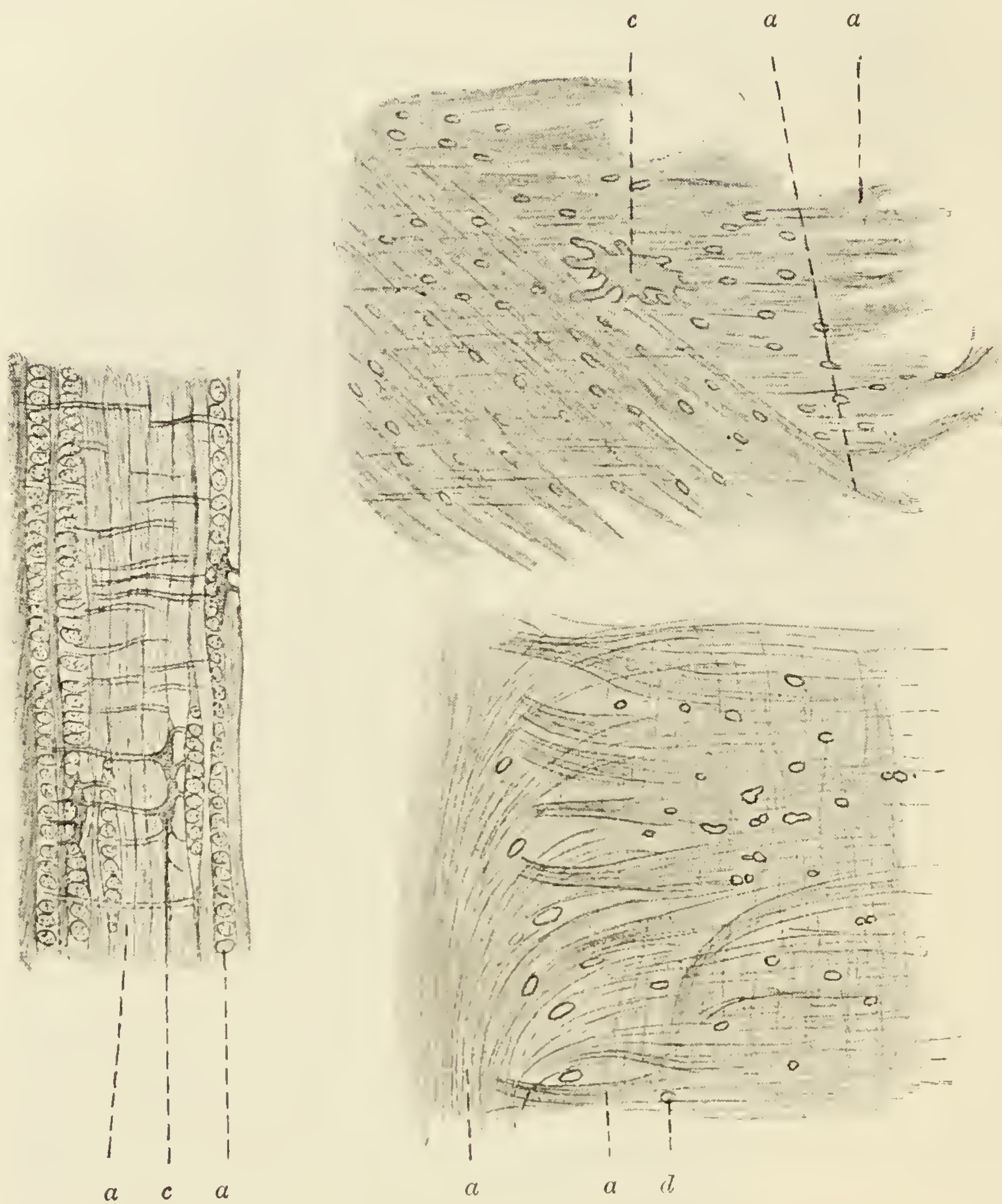


Fig. 45. Längsschnitt durch ein Lamellensystem.
Fig. 46 und 47. Lamellen vor der Fläche gesehen.
(Nach v. Ebner **75**.) 460mal vergr.
a Fibrillen und Fibrillenbündel; *c* Knochenkörperchen; *d* Primitivröhrchen.

Die Knochenzellen zeigen Fortsätze, welche bei niederen Wirbelthieren sicher miteinander in Verbindung stehen und überall, auch beim Menschen, in besonderen Kanälchen der Grundsubstanz verlaufen, welche man als Primitivröhrchen, Knochenkanälchen, bezeichnet. Ob die Fortsätze der Knochenzellen beim Menschen überall miteinander anastomosiren oder nicht, ist z. Z. noch eine offene Frage.

An einem Querdurchschnitt einer Diaphyse eines langen Röhrenknochens des erwachsenen Menschen, sind die Verhältnisse ziemlich komplizirter Natur: in der Mitte befindet sich ein grosser Markkanal; an der Peripherie wird der Knochen von einer bindegewebigen Haut, dem Periost, umgeben. In der kompakten Knochensubstanz selbst befinden sich zahlreiche, meist quer getroffene, Gefässe enthaltende, Havers'sche Kanäle. Die ganze Grundsubstanz erscheint lamellös und die Lamellen sind im Allgemeinen zu folgenden Systemen angeordnet: es verlaufen zunächst mehrere Lamellen parallel der Oberfläche des Knochens und wiederum andere parallel mit der Grenzfläche des Markraumes; es sind dies die sogenannten generellen, oder besser die äusseren und inneren umfassenden Lamellen (auch periostale und Marklamellen genannt).

Um die Havers'schen Kanäle herum, konzentrisch angeordnet, verlaufen ebenfalls Lamellen, die Havers'schen oder die konzentrischen

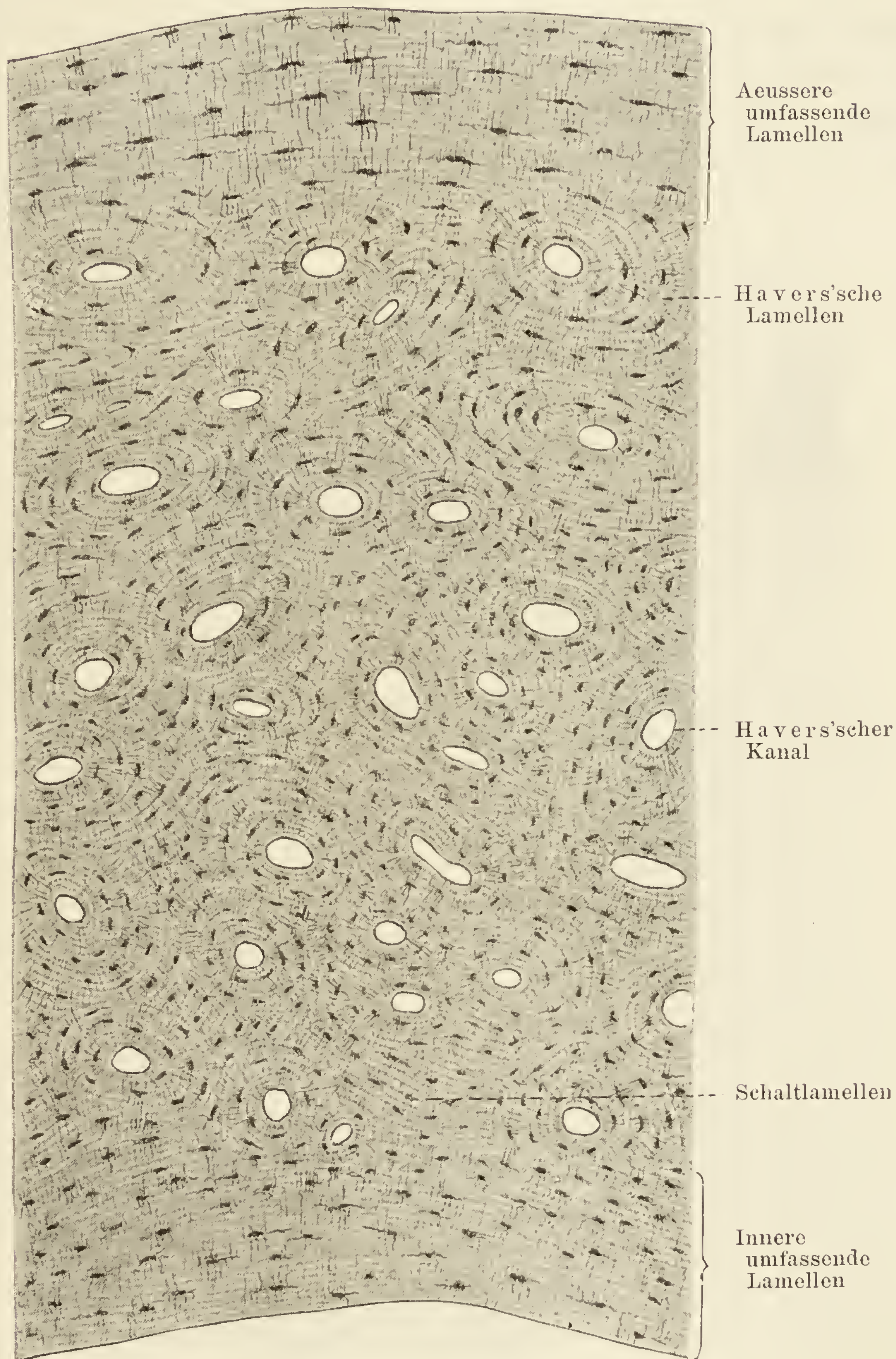


Fig. 48.

Theil eines Querschliffes durch die Diaphyse eines Röhrenknochens, alle Lamellensysteme zeigend. Metacarpus des Menschen. 56mal vergr. Technik Nr. 152.

(Spezial-) Lamellen. Ausser den erwähnten Lamellen finden sich aber auch solche, die wie eingeschoben, eingeschaltet erscheinen und intermediäre oder Schaltlamellen (auch epaktale Lamellen) genannt werden. Nach gewissen

Autoren gehört die letztere Art von Lamellen ebenfalls zum System der generellen Lamellen.

In den Lamellen zerstreut liegen die sogenannten Knochenkörperchen Virchow's, — Knochenhöhlen; sie sind in den Lamellen sämmtlicher Systeme vorhanden.

Man kann wohl annehmen, dass alle Knochenkörperchen eines Knochens, direkt oder indirekt miteinander durch Kanälchen in Verbindung stehen. Es lässt sich ohne Schwierigkeit nachweisen, dass nicht nur die Knochenkörperchen eines Lamellensystems miteinander, sondern auch mit solchen benachbarter Systeme in Verbindung stehen.

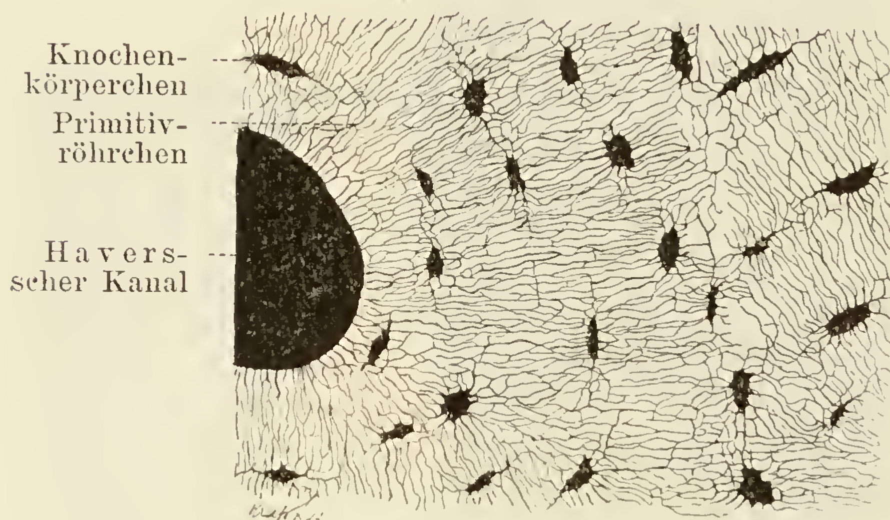


Fig. 49.
Theil eines Querschliffes durch die Diaphyse eines langen Röhrenknochens. Femur des Menschen. 400mal vergr. Technik Nr. 154.

Die Kanälchen, welche die Knochenkörperchen miteinander in Verbindung setzen, sind die Primitivröhrchen (1,1—1,8 μ. In den Grenzlamellen (d. h. denjenigen Lamellen, welche am Periost und Markkanal gelegen sind, oder auch die Wand der Havers-schen Kanäle umgeben) münden die Primitivröhrchen entsprechend subperiostal, in den Markraum oder in den Havers'schen Kanal.

Die Lamellen, die zunächst homogen erscheinen, bestehen in Wirklichkeit, wie wir bereits angedeutet haben, aus zusammengebackenen, verkalkten und in verschiedenen Richtungen verlaufenden Fasern (vergl. p. 74).

Die Knochenkörperchen (richtiger Knochenhöhlen, 13—31 μ lang, 6 bis 15 μ breit, 4—9 μ dick) besitzen, wie die Primitivröhrchen, eine Wandung, die starken Säuren gegenüber längere Zeit als die übrige Knochensubstanz Widerstand leistet. In jeder Knochenhöhle befindet sich eine Zelle, die Knochenzelle, welche, für sich betrachtet, ausser den erwähnten Fortsätzen, nichts Typisches bietet.

Die Havers'schen Kanäle enthalten Gefässe, entweder eine Arterie oder eine Vene, oder beide zusammen. Zwischen den Gefässen und der Wandung des Havers'schen Kanals befindet sich ein perivaskulärer Raum, dessen epitheliale Wand einerseits den Adventitien der Gefässe und andererseits der Wandung des Havers'schen Kanals anliegt. In diesen Raum münden die zugehörigen Primitivröhrchen ein. Auch nahe dem Perioste und an der Peripherie des Markes sind Lymphspalten vorhanden, in welche die Primitivröhrchen bezüglicher Systeme ausmünden.

Wir müssen uns also vorstellen, dass in allen Knochenkörperchen und Primitivröhrchen Lymphplasma zirkulirt, welches die Knochenzellen und

ihre Fortsätze umspült. (Geformte Elemente der Lymphe würden durch die sehr engen Röhrchen sich nicht durchzwängen können.) Der Plasmastrom bewegt sich wahrscheinlich von der Periost- und Markfläche des Knochens zu den Havers'schen Kanälen.

Zwischen den Lamellen sind verkalkte oder unverkalkte Faserbündel vorhanden, welche namentlich an geglühten und passend gefärbten Knochen leicht zur Ansicht gebracht werden können. Es sind dies die sogenannten Sharpey'schen Fasern, welche beim Erwachsenen auch elastische Fasern enthalten.

Hinsichtlich des Knochenmarkes vergl. blutbildende Organe.

b) Knochenentwickelung.

Die einfachste Art der Ossifikation findet an solchen Stellen des Körpers statt, an welchen der Knochen nicht auf knorpeliger Grundlage entsteht,



Fig. 50.

Aus einem Schnitt durch den Unterkiefer eines Schafembryos. (Mit Pikrinsäure entkalkt.) 300mal vergr.

Bei *a* sieht man wie die Fasern eines primären Markraumes, indem sie sich aneinander legen, die Knochengrundsubstanz herstellen (in der Figur etwas weiter unten von *a*), während die Zellen des Markraumes mit ihren Ausläufern sich an die neugebildete Knochenlamelle anlegen und als Osteoblasten fungiren.

sondern sich im Bindegewebe entwickelt (Parostose). Auf diese Weise entstehen z. B. die Knochen des Schädeldaches, der grösste Theil der Gesichtsknochen etc.

Dieser Prozess beginnt damit, dass gewisse mit langen Fortsätzen versehene Bindegewebszellen protoplasmareicher werden und sich aneinander legen, Osteoblasten, so dass schliesslich ganze Reihen von Zellen zu Stande kommen. Hierbei verschmelzen die Fortsätze der Zellen zu feinsten Lamellen. Indem sich an die bereits gebildeten Lamellen immer neue gleichbeschaffene Zellen anlegen, schreitet dieser Vorgang weiter fort, wodurch die zu Anfang der Ossifikation vorhandenen Elemente nach und nach in die Lamellen selbst eingeschlossen werden. Die jüngsten Stadien des Prozesses müssen also an der äusseren und inneren Fläche der verknöchernden Bindegewebsschicht, die älteren hingegen in der Mitte der letzteren gesucht werden. In die Bildung des Knochens werden aber auch Bindegewebsfibrillen mit einbezogen.

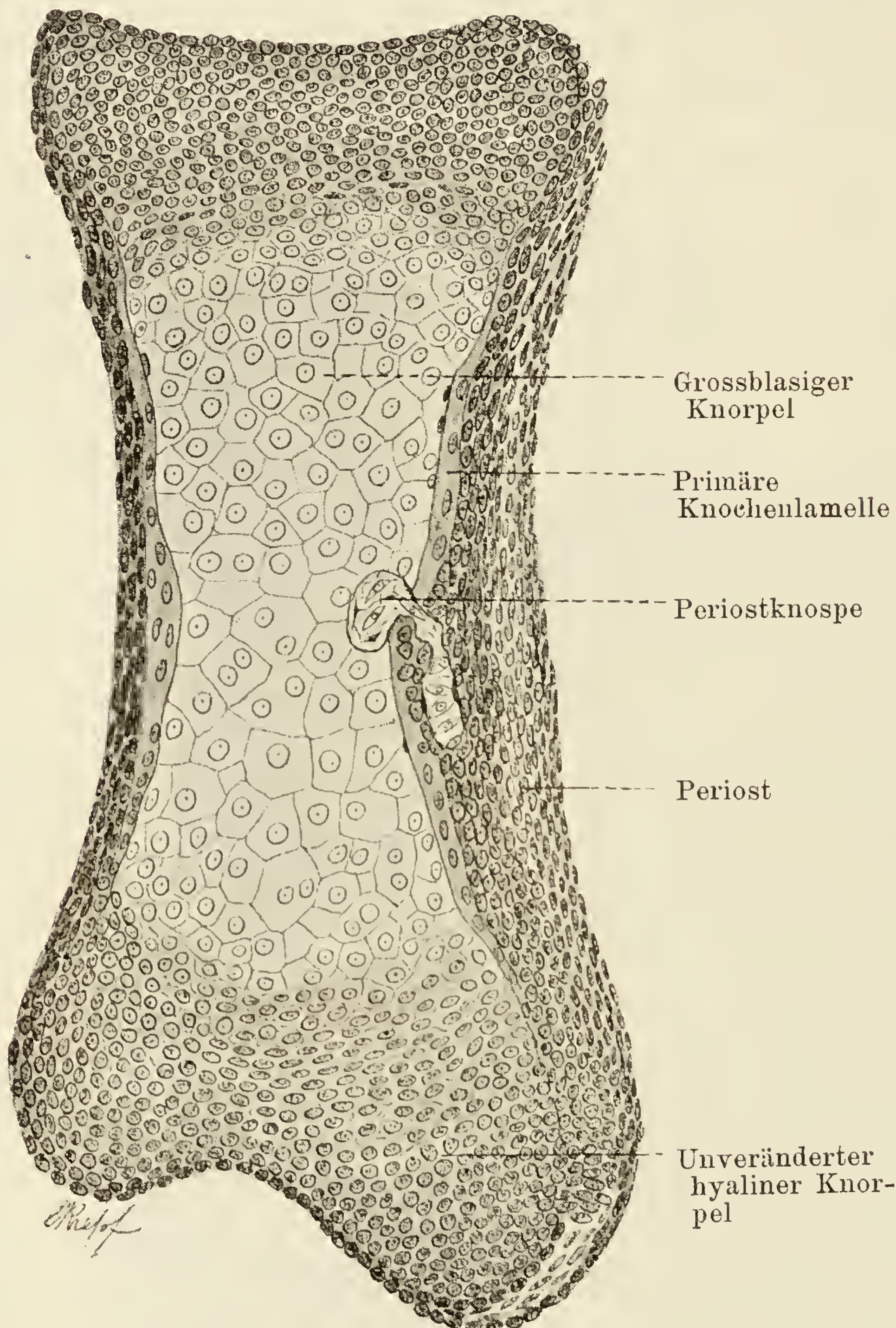


Fig. 51.

Längsschnitt durch einen langen Röhrenknochen (Phalange) eines Eidechsenembryos.

Die primäre, periostal entstandene Knochenlamelle ist eben von der Periostalknospe durchbrochen worden. Im Anschluss an die Knospe sieht man im Perioste ein Gefäss mit rothen Blutzellen.

Entsteht der Knochen an Stelle knorpelig präformirter Theile, so gestaltet sich der Ossifikationsprozess, obwohl er dem Wesen nach derselbe bleibt, etwas komplizirter. Er geht hier vom Perichondrium (Periost) aus, an dem man beim Beginn des Prozesses zwei Schichten unterscheiden kann: die eine derselben liegt dem Knorpel unmittelbar an und ist an Zellen reich, hingegen arm an Bindegewebsfasern, elastische fehlen ganz (Cambium); die andere, äussere Schicht, ist umgekehrt reich an Fasern (auch an elastischen meist längs verlaufenden Fasern, namentlich beim Erwachsenen [Schulz]), arm an Zellen.

Der Ossifikationsprozess wird nun dadurch eingeleitet, dass das Periost, hauptsächlich die Cambiumschicht, an bestimmten Stellen in den Knorpel knospen-

artig hineinwuchert. Solche Knospen enthalten Blutgefässe, aber auch Elemente der äusseren Schicht des Periostes (Stieda).

Damit eine solche Einwucherung von Seiten des Periostes in den Knorpel erfolgen kann, müssen im letzteren gewisse Umwandlungen sich vollzogen haben, Veränderungen, welche ihn zur Aufnahme der Periostknospen befähigen.

Noch bevor die letzteren einwuchern, lässt das betreffende Knorpelstück in Bezug auf die Form, Beschaffenheit und Anordnung seiner Zellen bestimmte Regionen unterscheiden: an der Stelle, an welcher eine Periostknospe eindringen wird, ist der Knorpel grossblasig geworden: seine Knorpelkapseln sind kugelig aufgetrieben und die in ihnen liegenden Zellen geschrumpft, so dass sie jetzt nur einen geringen Theil der Kapseln ausfüllen. Zu dieser Zeit werden hier in der Knorpelgrundsubstanz die Kalksalze in Form von Krümeln abgelagert (krümlige Verkalkung). Die Stellen nun, an welchen die Verknöcherung anfängt, bezeichnen wir als Ossifikationskerne.

In einer gewissen Entfernung vom Ossifikationskerne geht der grossblasige Knorpel allmählich in einen säulenförmigen über: hier sind die Knorpelzellen, deren normale Beschaffenheit im Wesentlichen noch erhalten ist, parallel der Längsachse des Knorpelstückes, in säulenförmigen Reihen angeordnet. An diese Region schliesst sich dann unveränderter hyaliner Knorpel an.

Indem nun die Periostknospe in den grossblasigen Knorpel vordringt, löst sie die in ihm noch vorhandenen Reste der Grundsubstanz auf, so dass die in den aufgeblähten Kapseln liegenden Knorpelzellen frei werden und sich mit den die Knospe zusammensetzenden Elementen vermischen.

Die Periostknospe füllt nun eine Höhle aus, die durch ihre Elemente und die frei gewordenen Knorpelzellen ausgefüllt ist; diese Höhle ist die primäre Markhöhle, welche sich allmählich ausdehnt und der bleibenden Markhöhle des fertigen Knochens entspricht.

Die weitere Ausdehnung der primären Markhöhle geschieht auf Kosten des Knorpels und vollzieht sich ganz in derselben Weise wie am Anfange, zur Zeit des ersten Eindringens der Periostknospe in den Knorpel: die Kapseln des grossblasigen Knorpels werden von vordringendem Periostgewebe eröffnet und so geht der Prozess weiter, bis die Knorpelgrundsubstanz nur noch in Gestalt von dünnen Strängen bestehen bleibt. An die Flächen dieser Stränge, die Reste der Knorpelgrundsubstanz, legen sich, in letzter Instanz von der Cambiumschicht des Periostes herstammende verästelte Zellen an, welche ganz ebenso beschaffen sind wie diejenigen Elemente, die wir bei der Entstehung des Knochens im Bindegewebe kennen gelernt haben; sie werden auch hier als Osteoblasten (Gegenbaur), Knochenbildner (im Mittel 20—30 μ gross) bezeichnet. Ihre Fortsätze verlaufen längs den Knorpellamellen, verschmelzen miteinander und verkalken, verhalten sich also gerade so, wie bei der Parostase.

Bei Röhrenknochen erstreckt sich die Verknöcherung anfangs auf die ganze Diaphyse, welche auch frühzeitig in Knochen umgewandelt wird; hin-

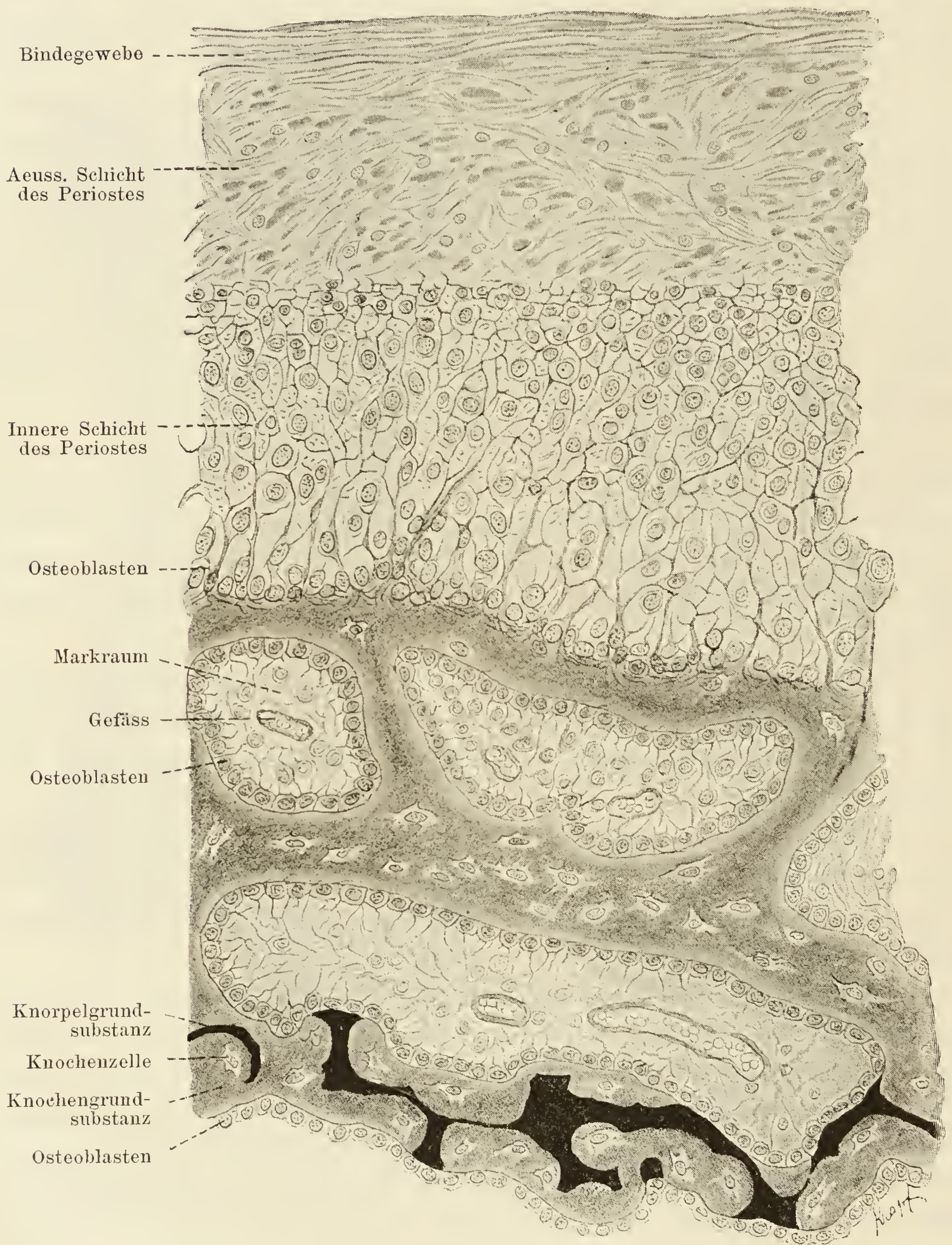


Fig. 52.

Aus einem Querschnitt einer Diaphyse (Tibia eines Schafembryos). 550 mal vergr.
In der Figur unten bildet sich der Knochen endochondral (die tiefschwarzen Züge sind Reste der Knorpelgrundsubstanz); oben ist der periostal entstandene Knochen gelegen.

gegen bleibt an der späteren Grenze der Diaphyse und Epiphyse eine Zone erhalten, an welcher der Ossifikationsprozess noch lange Zeit fortdauert, wodurch

auch das Längenwachsthum des Knochens ermöglicht wird. Man bezeichnet diese Stelle als Ossifikationsgrenze. Das Periost (Perichondrium) ist in dieser Region verdickt und bildet um das Knorpelstück herum einen ringförmigen Wulst, der mehr oder weniger tief in den Knorpel selbst hineinragt, so dass

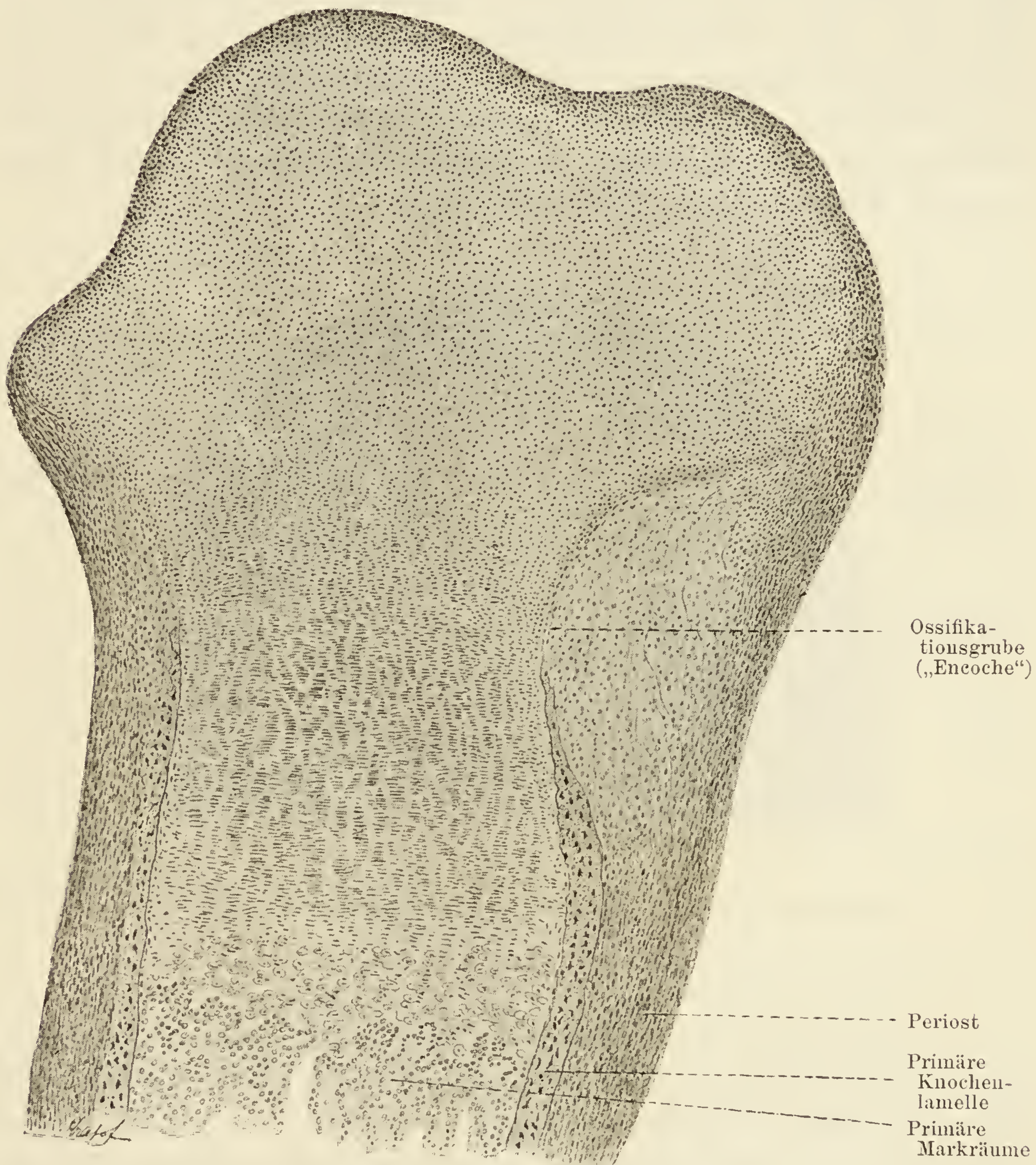


Fig. 53.
Längsschnitt durch das proximale Ende eines langen Röhrenknochens (Schafembryo). 30mal vergr.
An die Markräume schliesst sich grossblasiger, an diesen der Säulenknorpel und an letzteren gewöhnlich hyaliner Knorpel an.

letzterer, entsprechend dem perichondralen Wulst, eine ringförmige Rinne zeigt. Auf einem Längsdurchschnitt der Knochen erscheint die letztere als eine Grube, welche man mit Ranvier (**89**), als Ossifikationsgrube (encoche d'ossification), bezeichnet. Der die Ossifikationsgrube ausfüllende Theil des Perichondriums heisst Ossifikationswulst.

Der Zusammenhang der Elemente des Perichondriums mit dem Knorpel ist im Bereiche der Grube ein äusserst inniger; beide Gewebe, Perichondrium und Knorpel, gehen hier unmerklich ineinander über. Man nimmt an, dass solange das Längenwachsthum des Knochens besteht, an dieser Stelle fortwährend neues Knorpelgewebe von Seiten des Perichondriums gebildet wird. Beim weiteren Fortschreiten der Verknöcherung macht dieses neuentstandene Knorpelgewebe dieselben Umbildungen durch wie beim Beginn der Ossifikation, d. h. wandelt sich zuerst in Säulen-, dann in grossblasigen Knorpel um, in welchen letzteren die primären Markräume, in letzter Instanz die weiter wachsende Periostknospe, sich bilden.

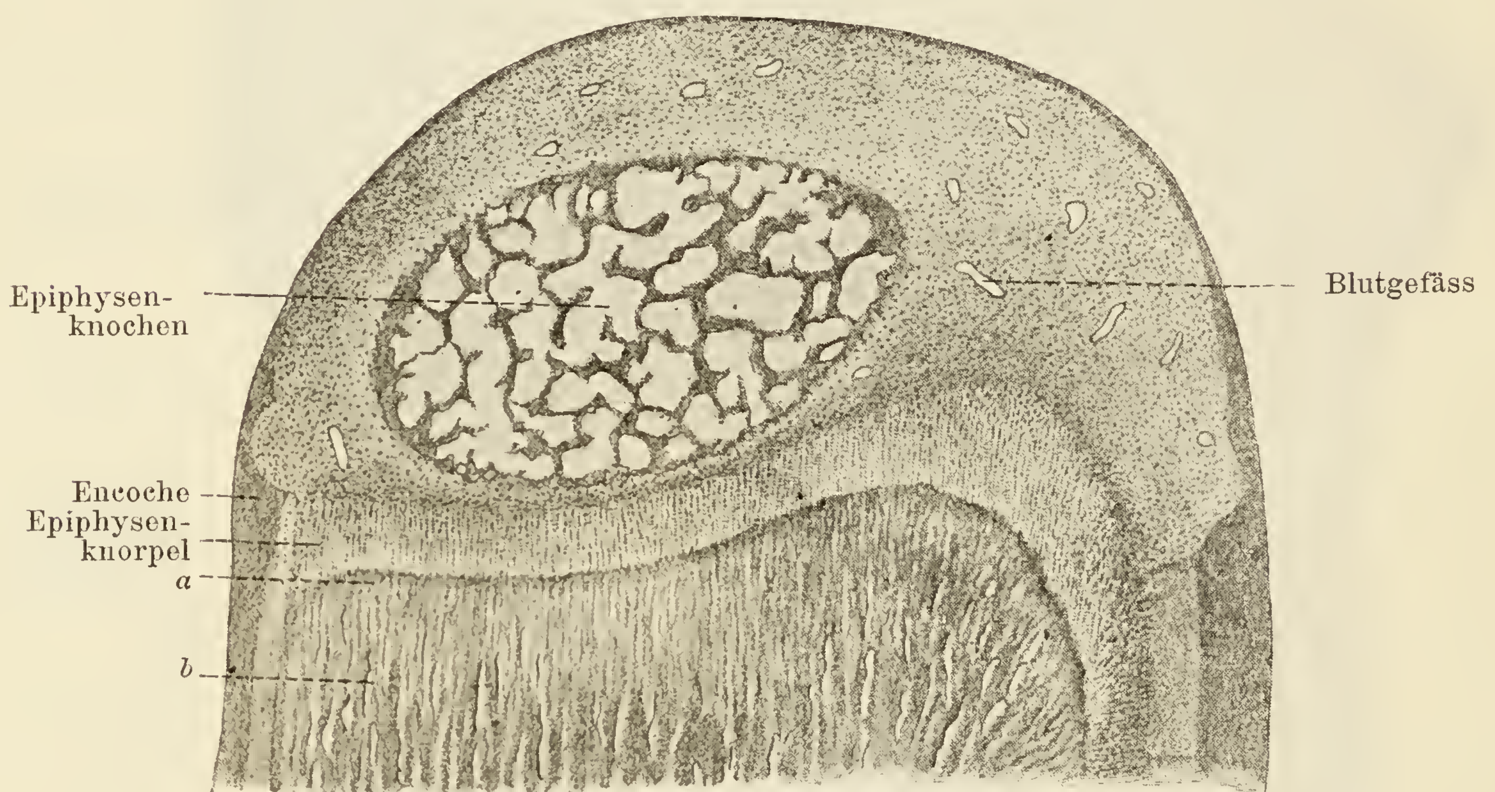


Fig. 54.
Längsschnitt durch die Epiphyse eines Oberarmes des Schafembryo. 12fache Vergrösserung.
a, *b* primäre Markräume und Knochenlamellen der Diaphyse. *c* Diaphysenknochen.

Dadurch, dass von der „Encoche" aus neue Knorpelelemente entstehen, ist das Längenwachsthum des Knochens ermöglicht: die zur Ossifikation bereits verbrauchten Knorpeltheile werden von ihr aus ersetzt.

Noch bevor der endochondrale Ossifikationsprozess beginnt, entsteht an der Oberfläche der ganzen späteren Diaphysenregion bis zur Ossifikationsgrube ausserdem noch Knochen direkt vom Perichondrium aus. Zuerst erscheint eine dünne primäre Knochenlamelle, welche an Dicke immer zunehmend auch fernerhin in kontinuirlichem Zusammenhang mit der „Encoche" bleibt.

Demnach hätten wir bei der Verknöcherung der Diaphyse eines Röhrenknochens zwei Prozesse auseinander zu halten:

1. Die endochondrale (Endostose) und
2. die periostale Ossifikation (Exostose). Die letztere bietet nichts Eigenthümliches, da sie ebenso vor sich geht, wie bei der Parostose.

Die Epiphyse verknöchert selbständig und zwar endochondral. Auch hier beginnt der Prozess, wie bei der Diaphyse, mit einer Einwucherung von einer oder mehreren periostalen Knospen. Es ist nicht ausgeschlossen, aber nicht bewiesen, dass ähnlich beschaffene Knospen von der Diaphyse aus durch den Epiphysenknorpel in die Epiphyse einwuchern. Während das Innere der Epiphyse sich in die bekannte mit Mark gefüllte Spangiosa umwandelt, bleibt zwischen ihr und der Diaphyse, an der jeweiligen Ossifikationsgrenze, also in der Gegend der „Encoche", eine knorpelige Lamelle, der Epiphysenknorpel, erhalten (s. Fig. 54), welcher zum ferneren Wachsthum des Knochens dient. In dem Maasse, wie er von den vordringenden Markräumen der Epiphyse und Diaphyse verbraucht wird, erhält er auf die oben beschriebene Weise von der „Encoche" aus einen neuen Zuwachs an Material. Solange also diese Lamelle fortbesteht, d. h. nicht verkalkt, solange kann das weitere Längenwachsthum des Knochens stattfinden.

Während der direkt aus dem Periost entstandene Knochen zeitlebens persistirt, geht der endochondral gebildete im Gebiete der Diaphyse zu Grunde. Bei diesem Prozesse sind gewisse, in der Regel mehrkernige, grosse, als Osteoklasten (Knochenbrecher) (Kölliker **73**) (43—91 μ L., 30—40 μ B.) benannte Zellen thätig; sie sind mit der Funktion betraut, die Reste des endochondralen Knochens zu resorbiren. Die von ihnen im Anfange des Prozesses usirten Stellen des Knochens, präsentiren sich als kleine Gruben (Howship-sche Lakunen [Grübchen Kölliker]), in welchen die Osteoklasten vereinzelt und in Gruppen liegen. Jede Resorption der Knochensubstanz ist mit ihrem Erscheinen eng verknüpft.

An Stelle des endochondralen Knochens bildet sich allmählich die definitive Markhöhle und das Knochenmark aus.

Untersuchungsmethoden für Bindesubstanzen.

133. Um Bindegewebszellen und -fasern darzustellen, bediene man sich folgender von Ranvier **89** angegebenen Methode: einem eben getödteten Hunde oder Kaninchen wird die Haut leicht abgehoben und durch Einstich vermittelst einer Glasspritze eine 1 %oige wässerige Silbernitratlösung subcutan eingespritzt. Es bildet sich eine Oedemkugel, in welcher die Bindegewebszellen und die Fasern (letztere etwas gedehnt) in unmittelbaren Kontakt mit der fixirenden Flüssigkeit kommen und so in frischem Zustande konservirt werden. Etwa nach 3/4 Stunden wird die ganze Kugel herausgeschnitten (sie collabirt nicht mehr), einzelne Fetzen derselben entnommen und sorgfältig auf dem Objektträger zerfasert. Man findet isolirte Bindegewebszellen mit Fortsätzen von verschiedener Form und mit verschiedensten, von den benachbarten Fasern herstammenden Eindrücken versehen. Die Fasern selbst bestehen entweder aus wenigen Fibrillen, oder sie sind dicker und werden in letzterem Falle oft von einer spiralig um die Faser verlaufenden Fibrille (Schnürfaser) stellenweise eingeschnürt.

Bei dieser Präparationsmethode bekommt man auch zahlreiche elastische Fasern und Fettzellen zur Ansicht. Fügt man zu so einem Zupfpräparat einen Tropfen Pikrokarmin hinzu, lässt dasselbe in einer feuchten Kammer 12 Stunden einwirken und substituirt an dessen Stelle Glycerin-Ameisensäure (Glyc. 100, Ameisensäure 1), so bekommt man nach etwa 24 Stunden folgendes lehrreiche Bild: sämmtliche Kerne sind roth gefärbt, die Bindegewebsfasern rosa, die einschnürende Fibrille braunroth, die elastischen Fasern kanariengelb.

Besonders gut ist das periphere Protoplasma der Fettzellen erhalten, welches bei anderen Präparationsmethoden gewöhnlich kaum wahrzunehmen ist.

134. Parallelfaseriges Gewebe ist in den Sehnen zu suchen. Als ein besonders bequemes Objekt können hierzu die Schwanzsehnen von Maus und Ratte dienen. Wenn man einen der Endwirbel des Schwanzes mit Nägeln abzwickt und dann zieht, so reissen die an denselben sich ansetzenden Sehnen von den an der Schwanzwurzel gelegenen Muskeln ab und werden als einige dünne glänzende Fäden aus dem Schwanze herausgezogen. Frische Stücke dieser Sehnen lassen sich auf dem Objektträger ohne Schwierigkeit in Fasern und diese in Fibrillen zerlegen.

An diesem Objekte studire man auch die Einwirkung der Reagentien (s. unten).

Die die Fibrillen verklebende mucinartige Substanz löst sich in Kalk- und Barytwasser — eine für Bindegewebsfibrillen von Rollett 72. 2 empfohlene Isolationsmethode. Im nekrotischen Gewebe zeigen die Fasern einen fibrillären Zerfall. Ranvier 89.

Erhitzt man Bindegewebe mit Wasser (oder mit verdünnten Säuren) auf 120 ° C., filtrirt dann die Flüssigkeit, so bekommt man eine Lösung, aus welcher mit Alkohol Leim gefällt werden kann; in kaltem Wasser, in Alkohol und Aether ist Leim unlöslich; hingegen löst er sich in heissem Wasser, eine Lösung, welche beim Erkalten gelatinirt, mit Essigsäure und Mineralsäuren, im Gegensatz zu Mucin und Chondrin (s. diese) aber keinen Niederschlag giebt. Gerbsäure und Sublimat bewirken einen Niederschlag, was bei Mucin nicht der Fall ist, wohl aber beim Chondrin (vergl. auch Hoppe-Seyler).

135. Das sehr resistente elastische Gewebe bekommt man als Nebenprodukt bei der Behandlung des Bindegewebes mit Kalilauge; besonders feine Fäden kommen zum Vorschein, wenn man Lungenalveolen längere Zeit mit Kalilauge behandelt. Hierbei lösen sich die Bindegewebsfasern auf, nicht aber die elastischen. Grobe und gröbste elastische Fasern sind im Nackenbande zu suchen.

136. Nach Kühne verhalten sich Bindegewebe und elastisches Gewebe der Trypsinverdauung gegenüber (alkalischer Glycerin-Pankreas-Extrakt bei 35 ° C.) verschieden. Das Bindegewebe zerfällt dabei in Fasern und Fibrillen, während das elastische Gewebe aufgelöst wird.

137. Die elastischen Fasern bleiben in Essigsäure unverändert, auch wenn sie in einer 20 %igen gekocht werden. Sie werden darin nur brüchig. In konzentrirter Salzsäure gekocht, zerfällt die elastische Faser sehr rasch; in einer bis 10 %igen bleibt sie bei gewöhnlicher Temperatur unverändert. In einer 50 %igen Salzsäure löst sie sich in sieben Tagen, in einer konzentrirten Lösung schon am zweiten Tage; zuerst löst sich das Innere der Faser, dann die „Fasermembran“. Um die letztere darzustellen, kocht man die elastischen Fasern ein Paar Mal in konzentrirter Salzsäure auf und giesst das Ganze in kaltes Wasser aus. Manchmal sieht man an den Membranen

eine longitudinale Strichelung, welche auf einen fibrillären Bau hindeutet. Konzentrirte Kalilauge zerstört die Faser in wenigen Tagen; schwache Lösungen nur sehr langsam: eine 1 %ige braucht dazu Monate, eine 2 %ige einen Monat, eine 5 %ige drei Tage, 10 %ige einen Tag, 20 bis 40 %ige Stunden. Eine schwache Kalilauge löst, auch kochend angewandt, die elastischen Fasern nicht auf; sie werden darin auch nicht brüchig. In 5- oder 10 %iger Kalilauge gekocht, isoliren sich die „Fasermembranen". Dasselbe thut eine 20 %ige kalte Lösung in 1—2 Tagen. Pepsin bewirkt einen Zerfall des Inhaltes der Faser, die „Membranen" bleiben übrig. F. Mall.

138. Orceïn, passend angewandt, färbt die elastischen Fasern dunkelbraun und dient zu ihrem Nachweise an Schnitten (Unna 91). Man nimmt 0,1 g Orceïn, 20 ccm Alkohol von 95 % und 5 ccm dest. Wasser und verdünnt dieses Gemisch etwa zur Hälfte (ausprobiren!) mit: 0,1 ccm Salzsäure, 20 ccm Alkohol von 95 % und 5 ccm dest. Wasser. Man färbt 24 St., differenzirt in angesäuertem 95 % Alkohol (etwa 1/2 Minute), kann dann eventuell die Kerne des Präparates mit Hämatoxylin oder Methylenblau färben und überträgt in abs. Alkohol, Xylol und Kanadabalsam.

139. Trypsin löst die elastischen Fasern rasch auf, nicht aber das Sehnen- und das retikulirte Gewebe, welche letzteren tagelang darin unverändert bleiben. Die Fäulniss zerstört das Lig. nuchae in wenigen Tagen; zuerst zerfällt das Innere der Faser, dann die „Fasermembranen".

140. Um den Faserinhalt und die „Fasermembranen" zu demonstriren, empfiehlt sich eine Färbung mit Magenta-Roth (ein Körnchen Magenta-Roth auf 50 g Glycerin + 50 g Wasser). Der Inhalt färbt sich roth, die Faserscheide bleibt farblos (F. Mall).

141. Einige Daten über das verschiedene Verhalten verschiedener Bindesubstanzen zu den gleichen Agentien entnehmen wir ebenfalls F. Mall.

Wird eine Sehne gekocht, so wird sie kürzer. Fixirt man die Sehne vor dem Kochen, so verkürzt sie sich nicht. Das adenoide Gewebe schrumpft beim Kochen, quillt nach kurzer Zeit und löst sich später auf. Sehnengewebe und adenoides Gewebe schrumpfen schon bei 70° C. Behandelt man sie aber eine kurze Zeit mit 1/2 %iger Osmiumsäure, so tritt die Schrumpfung erst bei 95° C. ein. Ist das Retikulum oder die Sehne durch Erwärmung geschrumpft, so lassen sie sich sehr leicht mit Pankreatin verdauen und werden durch Fäulniss sehr leicht zerstört. In konzentrirter und in einer Essigsäure von unter 1/20 % quellen die Sehnenfasern nicht. In Säuren zwischen 1/2 und 25 % quellen sie hingegen auf; in 25 %iger werden sie nach 24 Stunden gelöst. In Salzsäure von 0,01 % bis 6 % quellen die Sehnenfasern auf. In einer 6 bis 25 %-Lösung bleiben sie eine Zeit lang ganz unverändert und erst in konzentrirter Säure lösen sie sich auf. Das retikulirte Gewebe quillt in Salzsäure bis 3 %, bleibt unverändert zwischen 3—10 % und löst sich nach 24 Stunden in 25 % Säure und in höheren Konzentrationen derselben. Nach Behandlung mit verdünnter Säure löst sich beim Kochen die Sehne viel rascher als das retikuläre Gewebe auf.

Im natürlichen Magensaft des Hundes lösen sich die Sehnen nicht schneller als das elastische Gewebe auf; im künstlichen dagegen löst sich zuerst die Sehne, dann das retikulirte Gewebe, dann die elastische Faser auf. Pankreatin greift weder die Sehne, noch das retikulirte Gewebe an. Nach dem Kochen werden beide in Pankreatin leicht verdaut.

Die Fäulniss zerstört weder die Sehne noch das Retikulum, wenn sie der Leiche entnommen worden sind. In der Leiche, und namentlich bei höherer Temperatur (37°) zerfallen beide Gewebe in wenigen Tagen.

142. Frisches Fett in Läppchen und in kleineren Gruppen von Zellen bekommt man aus den Mesenterien kleinerer Thiere. Bei der Beobachtung verdeckt der glänzende Fettropfen in der Regel den Kern und das Protoplasma der Zelle. Letztere bekommt man besser zur Ansicht in subcutan mit

Silbernitrat erzeugten Oedemkugeln (s. T. 133). Frisches Fett ist in Aether und Chloroform, namentlich heiss angewandt, löslich. Starke Schwefelsäure löst das Fett nicht auf; Alkanawurzel färbt Fett roth (die Farbe löst sich in ätherischen Oelen auf). Chinolinblau, gelöst in verdünntem Alkohol, färbt das Fett dunkelblau. Setzt man 40 % Aetzkalilösung hinzu, so entfärbt sich alles mit Ausnahme des Fettes. Das wichtigste Reagens für den Nachweis des Fettes ist die Osmiumsäure: kleine Stücke fetthaltigen Gewebes werden mit $^1/_2$—1 %iger Osmiumsäure, aber auch mit Osmiumsäure-Gemischen behandelt; in ersterem Falle 24 Stunden, in letzterem in der Regel länger. Dann werden die Präparate mit Wasser ausgewaschen, nicht aber direkt in Alkohol gebracht, weil sie in diesem Falle sich im Ganzen schwärzen würden (Flemming 89). Aus dem Wasser werden die Präparate in allmählich verstärkten Alkohol übertragen, worin die Fetttropfen eine intensive Färbung annehmen. Osmiumsäure färbt jedoch auch einige andere Substanzen ausser Fett.

143. L. Daddi hat neuerdings Sudan III als Färbungsmittel für Fett empfohlen. Dasselbe kann in doppelter Weise angewandt werden: 1. entweder füttert man die Thiere mehrere Tage lang, wobei sich das ganze Fett roth färbt, oder 2. man färbt frische oder fixirte (in Medien, welche das Fett nicht lösen, z. B. in Müller'scher Flüssigkeit) Stücke und Schnitte. Es wird eine gesättigte alkoholische Sudanlösung angewendet, welche in 5—10 Minuten färbt. Man wäscht in Spiritus aus und schliesst in Glycerin ein. Unsere Versuche mit Sudan ergaben sehr befriedigende Resultate.

144. Für die Beurtheilung der später einzuschlagenden Behandlungsweise des osmirten Fettes ist zu bemerken, dass es sich in Terpentin, Xylol, Toluol, Aether, Kreosot leicht, schwerer in Nelkenöl und gar nicht in Chloroform löst. Am zweckmässigsten überträgt man solche Präparate durch Chloroform in Paraffin. Osmirtes Fett kann man entfärben, entosmiren, wenn man dasselbe mit nascirendem Chlor behandelt: die Objekte werden in ein mit Alkohol gefülltes Glas gebracht, auf dessen Boden schon vorher Krystalle von chlorsaurem Kali gelegt wurden. Man fügt dann Salzsäure (bis 1 %) hinzu und hält das Gefäss dicht verschlossen (P. Mayer 81). (Vergleiche auch weiter unten über das Bleichen des Pigmentes.)

145. Frisch kann der Knorpel an dünnen Knorpellamellen untersucht werden, die man von Weichtheilen befreit und in indifferente Flüssigkeiten bringt. Solche Knorpelstücke sind z. B. das Hypo- und Episternum und der Skapularknorpel des Frosches. Aber auch grössere Stücke eines beliebigen frischen, nicht verkalkten Knorpels haben eine Konsistenz, welche es erlaubt, mit einem, mit indifferenter Flüssigkeit benetzten Rasirmesser genügend dünne Schnitte von demselben zu gewinnen. Ein solcher Schnitt zeigt unter dem Mikroskope eine fein punktirte Grundsubstanz, Knorpelkapseln und die darin enthaltenen Knorpelzellen, falls letztere beim Schneiden nicht herausgefallen sind.

146. Als Fixirungsmittel für Knorpel sind Osmiumsäure und Sublimat in erster Linie zu empfehlen. Ist der Knorpel verkalkt, so fixire man ihn längere Zeit hindurch in Pikrinsäure, welche gleichzeitig die Entkalkung bewerkstelligt. Spiritus fixirt Knorpel leidlich, führt aber zu einer Schrumpfung seiner Zellen. Die Knorpelgrundsubstanz wird durch verschiedene Reagentien spezifisch gefärbt: so zeigt sie an mit Safranin gefärbten Objekten eine Orangefärbung. Hämatoxylin färbt sie blau.

147. In der Grundsubstanz des Knorpels kommen bei bestimmter Behandlung Systeme von Linien zum Vorschein, welche möglicherweise auf Kanalsysteme im Knorpel zurückzuführen sind. Um diese Strukturen sichtbar zu machen, empfiehlt Wolters das Färben dünner Knorpelschnitte in einer verdünnten Delafield'schen Hämatoxylinlösung (Veilchenblau) 24 Std. lang (s. T. 63). Nachträglich werden die Schnitte mit einer konzentrirten alkoholischen Pikrinsäurelösung behandelt.

148. Die Knorpelkapseln sind am deutlichsten sichtbar, wenn man kleine Knorpelstücke mit einer 1⁰/₀ Goldchloridlösung bearbeitet.

149. Bindegewebs- und elastische Fasern im Knorpel stellt man am einfachsten dar, wenn man Knorpelschnitte mit Pikrokarmin tingirt. Die Bindegewebsfasern nehmen dann eine schwache Rosatinktion an, die elastischen Fasern hingegen erscheinen gelb. Fasern letzterer Sorte kann man z. B. auch mit Säurefuchsinlösung färben.

150. Setzt man zu frisch angefertigten Knorpelschnitten eine schwache Lösung von Jod-Jodkalium zu, so gelingt es nicht selten, in den Knorpelzellen Glykogen nachzuweisen, das hierbei eigenthümlich mahagonibraun gefärbt wird. Auch elastische Fasern, falls sie vorhanden sind, färben sich braun, aber in einer anderen Nüance als das Glykogen.

151. Dünne Knochenlamellen, wie z. B. die Siebbeinzellenwände des Keilbeins, können, von der Schleimhaut und Periost mechanisch gesäubert, ohne Weiteres untersucht werden. Wenn man grössere Knochen mit einem scharfen Messer schabt, so kann man unter Umständen auch von diesen hinlänglich dünne, der mikroskopischen Untersuchung zugängliche Splitter erhalten.

152. Will man aber die Hartgebilde grösserer Knochen genauer untersuchen, so verfahre man etwa in folgender Weise: man nehme fettarme und gut macerirte, d. h. durch kombinirte Wirkung der Fäulniss und Trockenheit von organischen Substanzen befreite Knochen, und fertige von einer bestimmten Region derselben durch zwei parallele Sägeschnitte eine möglichst dünne Lamelle an. Diese Lamelle wird entweder zwischen zwei Schleifsteinen, oder auf einer mit Schmirgel versehenen Glasplatte geschliffen. Die eine Fläche des Schliffes wird zunächst besonders fleissig bearbeitet, polirt und mit erhitztem Kanadabalsam auf einer dicken viereckigen Glasplatte befestigt. Dabei muss dafür Sorge getragen werden, dass zwischen dem Schliff und der Glasplatte keine Luftblasen stehen bleiben. Ist der Schliff befestigt, so schleift man auf der Schmirgelplatte die andere Fläche desselben ab, indem man von jetzt ab die Glasplatte zwischen den Fingern hält. Ist der Schliff genügend dünn und durchsichtig geworden, so polirt man auch seine zweite Fläche. Um die ebenfalls mit Kanadabalsam ausgefüllten und daher ebenso wie die Knochensubstanz selbst durchsichtigen Hohlräume des Schliffes der Beobachtung zugänglich zu machen, fährt man folgendermassen weiter fort: mit irgend einem Lösungsmittel des Kanadabalsams (z. B. mit Xylol) löst man den Schliff von der Glasplatte ab, überträgt ihn in Alkoh. abs. und lässt ihn in der Luft trocknen. Sieht man sich den Schliff jetzt unter dem Mikroskop an, so bemerkt man, dass die Hohlräume des Knochens auf farblosem Grunde schwarz erscheinen. Dieses rührt daher, dass an Stelle des verdunsteten Alkohols in die Knochenhöhlen Luft eingetreten ist, welche bei durchfallendem Lichte schwarz erscheint.

153. So ein Schliff kann auch als Dauerpräparat in Kanadabalsam eingelegt werden: auf einem Objektträger und einem Deckglase werden gleichzeitig je eine kleine Perle trockenen Kanadabalsams durch Erwärmen ver-

flüssigt; der trockene Schliff wird möglichst rasch auf den auf dem Objektträger sich findenden noch flüssigen Tropfen gelegt und mit dem ebenfalls mit einem noch flüssigen Tropfen versehenen Deckgläschen bedeckt. Ein gelinder Druck vertheilt den erstarrenden Balsam gleichmässig, und ist das Ganze genügend rasch geschehen, so findet man die Luft in den Hohlräumen des Knochens gefangen; der dickflüssige Kanadabalsam hat vor dem Erstarren keine genügende Zeit gefunden in die kleinen Hohlräume einzudringen.

154. Will man die Räume des Schliffes an Stelle der Luft mit einer anderen Masse ausfüllen, so verfahre man in folgender Weise (Ranvier 75): man bereite sich z. B. eine konzentrirte alkoholische Lösung von Anilinblau (löslich in Alkohol und unlöslich in Wasser und namentlich in Kochsalzlösung). Einige ccm der Lösung werden in eine kleine Abdampfschale gegossen und der lufttrockene Schliff hineingelegt. Durch vorsichtiges Erwärmen (Alkohol fängt Feuer!), lasse man den Alkohol verdunsten. Der an den Oberflächen mit blauem Pulver bedeckte Schliff wird vorsichtig herausgenommen und an beiden Flächen auf einer rauhen Glasplatte geschliffen, bis diese völlig gereinigt erscheinen; beim Schleifen diene als Zusatzflüssigkeit eine physiologische Kochsalzlösung (s. T. 13). Durch Erwärmen entweicht die Luft aus den Hohlräumen und wird durch Anilinblau substituirt. Da, wie wir bemerkt haben, das Anilinblau in Kochsalzlösungen unlöslich ist, so bleibt es beim definitiven Einschliessen in den Hohlräumen des Knochens unverändert erhalten, welche letzteren dann blau erscheinen. — Man legt solche Präparate entweder in Glycerinkochsalz ein und umrandet in diesem Falle das Deckgläschen mit Lack (s. T. 98), oder aber schliesst man den gesäuberten, ganz kurze Zeit in Wasser abgespülten (um das Kochsalz zu entfernen), getrockneten Schliff, wie oben (T. 153) angegeben, in hartem Kanadabalsam ein.

155. Im Knochen (auch im Knorpel) findet man mitunter krümelige aber auch krystallinische Kalkablagerungen. Der kohlensaure Kalk giebt bei Zusatz von Essigsäure Blasen; bei Zusatz von Schwefelsäure bilden sich dünne kurze Nadeln — Gypskrystalle. Hämatoxylin färbt Kalk blau. (Der oxalsaure Kalk wird mit Hämatoxylin nicht gefärbt.) Alkalische Purpurinlösung färbt kohlensauren Kalk roth; Aetzkali greift die Kalkpartikelchen nicht an.

156. Will man die organische Grundmasse des Knochens studiren, so muss man vor allem denselben schnittfähig machen, d. h. die Kalksalze, die in der Grundsubstanz gleichmässig vertheilt sind, zu entfernen suchen, ohne dass dabei die zelligen Elemente und Organe, die im Knochen eingeschlossen sind, zu Grunde gehen. Zu diesem Zwecke entkalkt man den Knochen, ein Prozess, der darauf beruht, dass die Säuren der Kalksalze des Knochens durch die Säuren der entkalkenden Flüssigkeiten substituirt werden, wodurch neue Verbindungen entstehen, welche sich im Wasser, resp. in dem Vehikel der Säure auflösen.

157. Die gebräuchlichsten Entkalkungsflüssigkeiten sind:

a) Salzsäure, 1 % wässerige Lösung, die in reichlicher Menge (etwa der 50fachen des zu entkalkenden Stückes) angewandt wird und so oft täglich zu wechseln ist, bis das Stück schnittfähig geworden ist, worüber man durch Einstechen einer Nadel sich überzeugen kann.

b) Eine wässerige Salpetersäure, die je nach der Zartheit des Objektes in 3—10 % Lösung anzuwenden ist. Gemeint ist hier eine Salpetersäure von 1,4 sp. Gew. Statt des Wassers als Lösungsmittel für die Säure kann man mit Vortheil auch 70 % Spiritus anwenden. Thoma hat als Entkalkungsflüssigkeit 1 Vol. Salpetersäure von sp. Gew. 1,3 auf 5 Vol. Alkohol empfohlen. Diese Flüssigkeit ist täglich zu wechseln und entkalkt kleine Objekte in wenigen

Tagen. Die entkalkten Stücke werden mit 70% Alkohol, welcher, um die Säure möglichst zu entfernen, oft zu wechseln ist, ausgewaschen. Als Waschflüssigkeit für die Thoma'sche Methode wird 95% Spiritus mit Zusatz von präcipitirtem kohlensauren Kalk empfohlen. Nach 8—14 Tagen wird mit reinem 95% Spiritus ausgewaschen.

c) Die von v. Ebner **75** empfohlene Entkalkungsflüssigkeit ist von besonderem Werth, weil namentlich sie dazu beigetragen hat, den fibrillären Bau der Knochenlamellen aufzudecken: eine kaltgesättigte Lösung von Kochsalz wird mit 2 Vol. Wasser verdünnt und 2% Salzsäure hinzugefügt. Diese Flüssigkeit entkalkt sehr langsam, muss entweder täglich gewechselt werden, oder aber müssen zu derselben von Zeit zu Zeit kleine Mengen Salzsäure hinzugesetzt werden. Ist die Entkalkung erfolgt, so wird mit einer 1/2 gesättigten Kochsalzlösung ausgewaschen. Während dessen setzt man Spuren von Ammoniak hinzu, bis die Reaktion der Flüssigkeit resp. des Knochens nicht mehr sauer sondern neutral geworden ist.

d) Sehr kleine Objekte, welche sehr wenig Kalk enthalten, z. B. im Beginne der Verkalkung stehende embryonale Knochen, werden schon durch saure Fixirungsflüssigkeiten, z. B. durch die Flemming'sche Flüssigkeit, Chromsäure, Pikrinsäure, Müller'sche Flüssigkeit u. s. w., ihres Kalkes beraubt.

e) Man kann auch so verfahren, dass man vor der Entkalkung nach den allgemeinen Regeln fixirt und erst dann die Entkalkung vornimmt.

158. Will man die Hart- und die Weichtheile gleichzeitig studiren, so bedient man sich der zuerst für Korallen von von Koch empfohlenen sogenannten Versteinerungsmethode. Die Objekte werden vorschriftsmässig fixirt (man sorge dafür, dass die Fixirungsflüssigkeit mit den zu fixirenden Theilen in Berührung komme, was z. B. bei langen Knochen durch passende Eröffnung des Markkanals bewerkstelligt werden kann). Nach der Fixirung färbt man eventuell in Stücken und überträgt in absol. Alkohol. Nach der völligen Entwässerung kommen sie in Chloroform, dann in eine dünne Lösung von Kanadabalsam in Chloroform und werden schliesslich langsam, bei einer Temperatur von etwa 50° C. im Wärmeofen behandelt, welche Prozedur ungefähr 3—4 Monate dauert. Die Stücke werden auf diese Weise mit hartem Kanadabalsam völlig durchtränkt und da letzterer beim Erkalten eine sehr harte Konsistenz gewinnt, so kann das Ganze zu Schliffen verarbeitet werden. — So langwierig diese Methode erscheint, so ist mit ihr auf jeden Fall zu rechnen, denn es ist die Einzige, die uns in Stand setzt, verkalkte Harttheile neben den Weichtheilen in möglichst unveränderter gegenseitiger Beziehung zu sehen.

159. Die Sharpey'schen Fasern erscheinen an nach der Ranvier-schen Methode injizirten (imbibirten) Schliffen (s. T. 154) als helle, scharfbegrenzte Streifen, welche je nach der Richtung, in der sie getroffen sind, als Kreise (Querschnitt) oder Striche erscheinen. Macht man Schnitte durch entkalkte Knochen mit Eisessig durchsichtig und bringt sie in eine konzentrirte wässerige Indigokarminlösung auf höchstens 1 Min., wäscht mit dest. Wasser aus und überträgt in Glycerin oder in Kanadabalsam, so färben sich die Sharpey'schen Fasern röthlich, das übrige blau. Feine Knochenschliffe können in einem rothglühenden Platintiegel 1/2 bis 1 Min. geglüht werden, wobei die organische Substanz vollständig zerstört wird. An solchen Präparaten kommen unter anderem auch verkalkte Sharpey'sche Fasern zum Vorschein. Kölliker (**86**).

160. Die Virchow'schen Knochenkörperchen können isolirt werden. Zu diesem Zwecke werden dünne Schliffe auf einige Stunden in eine konzentrirte Salpetersäure gebracht. Legt man einen so behandelten Schliff auf einen Objektträger, deckt ihn mit einem Deckglase zu und drückt darauf mit einer Nadel, so werden die erwähnten Körperchen, mitunter mit ihren zahlreichen Ausläufern (Primitivröhrchen mit Wandungen) isolirt.

C. Das Muskelgewebe.

Fast alle Muskeln der Wirbelthiere entstehen aus dem mittleren Keimblatt. Im einfachsten Falle verwandelt sich, unter Veränderung der Form der Bildungszelle das Protoplasma derselben direkt in kontraktile Muskelsubstanz um (glatte Muskelzellen). In anderen Fällen differenziren sich aus dem Protoplasma kontraktile Fibrillen, zwischen welchen Reste des undifferenzirten Protoplasmas (Sarkoplasma) erhalten bleiben (quergestreifte Muskelzellen). Hierbei kann die Zelle entweder nur sehr wenig in die Länge wachsen und nur einen Kern enthalten (Herzmuskeln), oder sie wächst unter starker Vermehrung ihrer Kerne bedeutend in die Länge (Willkürliche Skelett- und Hautmuskeln).

Eine spezifische Eigenschaft der kontraktilen Muskelsubstanz besteht darin, dass sie nur in einer Richtung kontraktil ist, was sie von undiferenzirtem Protoplasma, das in allen Richtungen sich zu kontrahiren vermag, unterscheidet.

1. Glatte Muskelzellen.

Die glatten Muskelzellen gehören zu den unwillkürlichen Muskeln und sind in den Wandungen des Darmes, des Harn- und Geschlechtsapparates, der Gefässe und einiger Drüsen, sowie in der Haut verbreitet. Sie sind meistens zu Schichten angeordnet und 40—200 μ lang und 3—8 μ breit; die längsten findet man im schwangeren Uterus; ihre Länge kann hier 500 μ betragen.

Die glatte Muskelfaser ist eine spindelförmige Zelle, deren Substanz entweder homogen, oder nur andeutungsweise längs gestrichelt erscheint. Sie ist doppelbrechend, anisotrop. Im verdickten Theile der Zelle, in deren Mitte, befindet sich ein für die Zelle typischer, langer, sogen. stabförmiger Kern, in dessen Umgebung, namentlich aber an seinen Enden, spärliches, undifferenzirtes granulirtes Protoplasma erhalten ist.

Die glatten Muskelzellen sind oft in ausgeprägter Weise durch längs verlaufende Leisten, ähnlich wie die Riffzellen der Epidermis, brückenförmig mit einander verbunden (Kultschitzky, Barfurth).

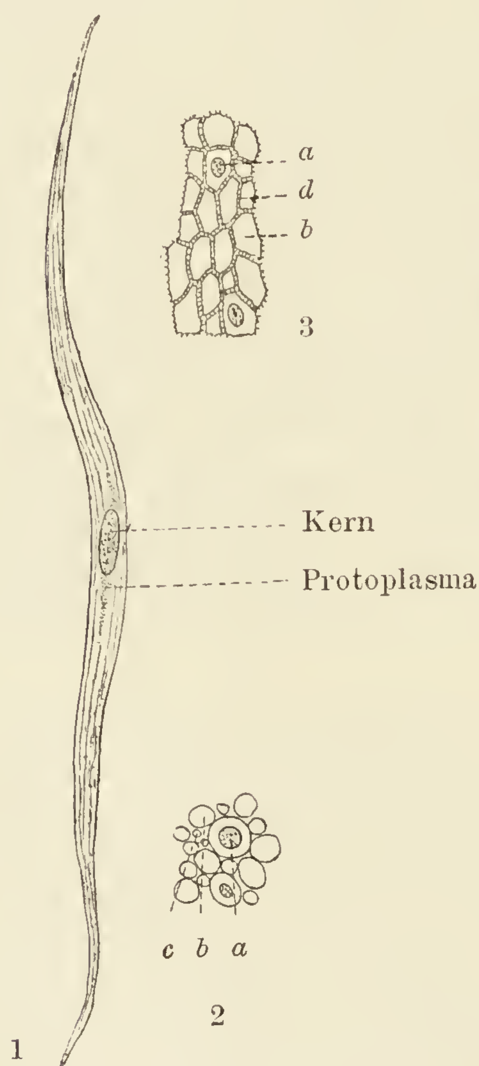


Fig. 55.

Glatte Muskelzellen aus dem Darm der Katze. In 1 isolirt; in 2 und 3 auf Querschnitten. 300mal vergr. Technik Nr. 172.

Bei *a* ist die Zelle in der Höhe des Kernes getroffen; bei *c* in der Nähe des zugespitzten Endes. In 3 (aus Barfurth) sieht man, wie die Nachbarzellen sich durch Brücken (Leisten) miteinander verbinden.

2. Quergestreifte Muskelfasern.

a) Bau derselben.

Bald nachdem sich das Mesoderm segmentirt hat, fangen bestimmte Zellen der Urwirbel an,

unter Vermehrung ihrer Kerne und Bildung einer Membran, in ihrem Innern Muskelsubstanz zu bilden, Prozesse, welche Hand in Hand mit einem Längenwachsthum gehen. Es erscheinen im Protoplasma, zuerst an der Peripherie der Zelle, Fibrillen, die ähnlich wie beim Bindegewebe nahe beisammen liegen, aber im Gegensatz zu dem letzteren vom undifferenzirten Protoplasma (Sarkoplasma) umgeben bleiben.

So beschaffene Muskelzellen erreichen in der Regel eine beträchtliche Länge (bis zu 12 cm bei einer 10—100 μ betragenden Breite) und sind deshalb Muskelfasern benannt worden. Ihre Enden sind in der Regel zugespitzt (Fig. 57).

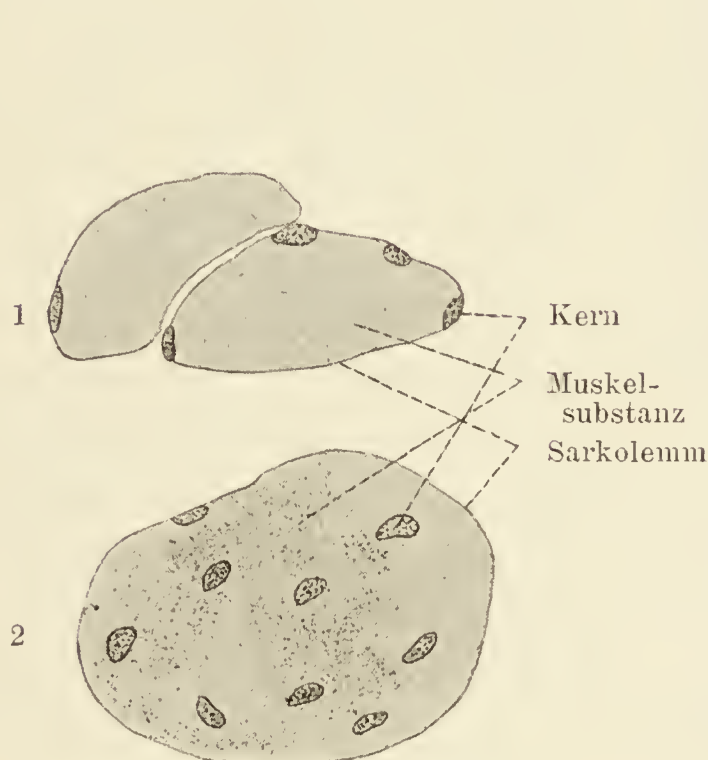


Fig. 56.
Querschnitte von quergestr. Muskelfasern. 1 Vom Menschen, 2 Vom Frosch. Man sieht das Verhältniss der Kerne zur Muskelsubstanz und zum Sarkolemm. 670mal vergr.

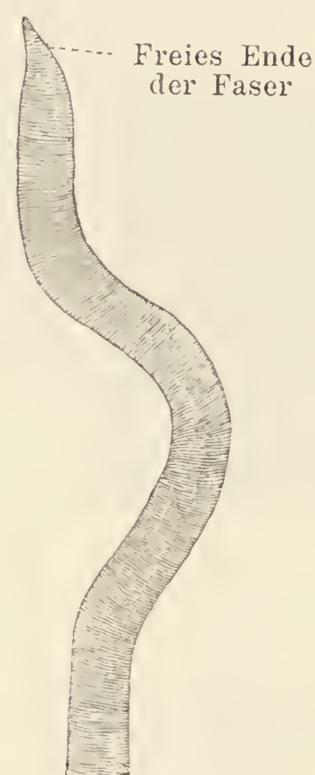


Fig. 57.
Muskelfaser aus einem Augenmuskel des Kaninchens, ihr freies Ende zeigend. 175mal vergr.

Die Membran der Zelle bleibt als solche erhalten und ist bei der fertigen quergestreiften und willkürlichen Muskelfaser das Sarkolemm.

Bei fertigen Skelett- und Hautmuskelfasern ist die Lage der Kerne eine verschiedene: es giebt Muskeln, in deren Fasern die Kerne im Sarkoplasma zwischen den gleichmässig vertheilten Fibrillen gelegen sind (sogenannte rothe Muskeln, z. B. M. semitendinosus des Kaninchens); bei anderen Muskeln liegen sie unmittelbar unter dem Sarkolemm der Fasern (weisse Muskeln, z. B. M. semimembranosus des Kaninchen) (Ranvier **89**). Auch in allen quergestreiften Muskelfasern niederer Wirbelthiere und den Embryonen der Säugethiere liegen die Kerne zwischen den Fibrillen.

Betrachtet man die von den Muskelbildungszellen gebildeten Fibrillen genauer, so sieht man, dass dieselben aus der Länge nach alternirenden

und verschieden lichtbrechenden Scheiben zusammengesetzt sind. Die einen derselben sind bei einer bestimmten Einstellung des Tubus glänzend; sie sind doppelt brechend, anisotrop; die anderen, matt erscheinenden, isotrop.

Die gegenseitige Gruppirung der beiden verschieden lichtbrechenden Substanzen ist indessen eine komplizirte, weshalb das Verständniss des feineren Baues der quergestreiften Faser Schwierigkeiten bietet. Es muss festgehalten werden, dass die isotropen und anisotropen Substanzen an sämmtlichen Fibrillen einer Faser fast in gleichen Ebenen gelegen sind, so dass die Querstreifung in der ganzen Breite der Faser sich ebenmässig ausprägt. Die Dicke solcher Scheiben ist eine verschiedene: bei Kantenansicht erscheinen sie oft nur als feine Linien. Ihre Gruppirung ist die gleiche innerhalb eines bestimmten Abschnittes der Fibrille und solche Abschnitte wiederholen sich der Länge derselben nach. — Ein solcher Abschnitt enthält in seiner Mitte eine breite Scheibe anisotroper Substanz — die Querscheibe (*Q*); diese wird von einer weniger lichtbrechenden, isotropen, schmalen Scheibe durchsetzt, welche man Hensen'sche Scheibe oder Mittelscheibe benennt und mit *h* bezeichnet; darauf folgt, den beiden Seiten der Scheibe *Q* unmittelbar anliegend, je eine Scheibe isotroper Substanz *J*; diese letzteren Scheiben werden begrenzt von den Zwischenscheiben Krause's *Z*. Es sind also an einem Abschnitt 4 Scheiben zu unterscheiden: *Q*, welche durch die Scheibe *h* durchsetzt ist, 2 *J* und *Z*.
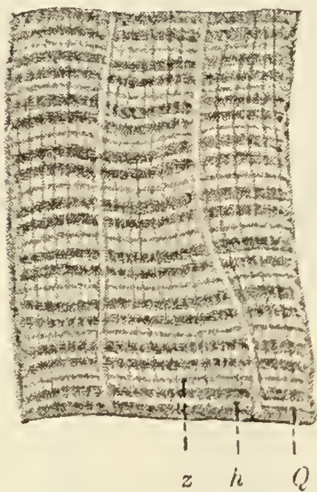


Fig. 58.

Stück eines quergestreiften Muskels des Menschen. Zupfpräparat. 1200mal vergr. Technik Nr. 166. *h* eine Mittelscheibe in der Querscheibe *Q* liegend; *z* Zwischenscheibe, welche oben und unten an helle isotrope Scheiben anstösst.

Eines der besten Objekte für das Studium der Querstreifung liefern die Muskeln mancher Arthropoden (Käfer). Zugleich zeigt es sich, dass bei ihnen die Scheibe *J* noch von einer Scheibe anisotroper Substanz durchsetzt wird, so dass sie hier im Ganzen aus drei Scheiben besteht: 1. aus einer isotropen Scheibe *J*, 2. aus einer anisotropen Scheibe (Nebenscheibe Engelmann; Krause'sche Quermembran) *N*, und 3. wieder aus einer Scheibe isotroper Substanz, der Endscheibe Merkel's *E*. Die Zahl der Scheiben des Abschnittes steigt hier auf sechs: *Q*, durchsetzt durch *h*, 2 *J*, 2 *E* und *Z*. (Es sei hier bemerkt, dass alles Doppeltbrechende bei hoher Einstellung des Objektivs hell, alles Einfachbrechende dunkel erscheint; eine tiefe Einstellung gewährt ein umgekehrtes optisches Verhalten beider Substanzen.) (Fig. 59).

Nach längerer Behandlung der Muskelfasern eines Wasserkäfers, Hydrophilus piceus, mit Alkohol von 98⁰/₀ erzielte Rollett (85) einen queren Zerfall ihrer Substanz: die einzelnen Scheiben entsprachen allein dem Abschnitte *Q* und wahrscheinlich sind es diese Gebilde, welche schon längst unter dem Namen der Bowman'schen Scheiben oder Discs bekannt sind. Andere

Reagentien, wie z. B. schwache Chromsäure, bewirken einen Zerfall der Muskelsubstanz der Länge nach, in Fibrillen; es stellt sich hierbei heraus, dass die Scheibe *Q* der Länge nach in eine Anzahl von Säulchen zerfällt, welche man als primäre Bestandtheile der Faser auffasste und mit Bowman als Sarcous elements bezeichnet hat.

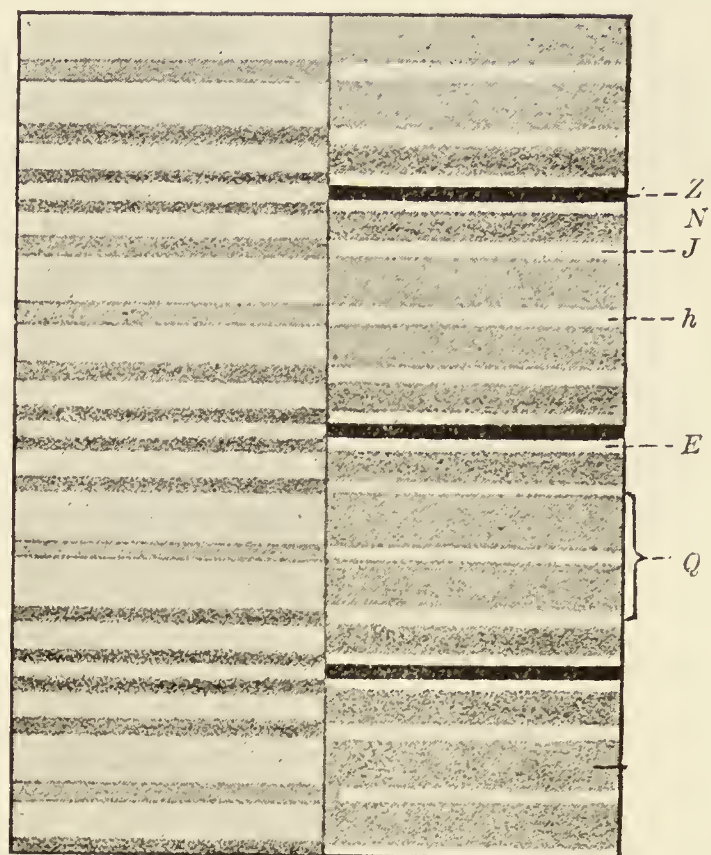


Fig. 59.

Schema der Querstreifung im Muskel eines Arthropoden nach Rollett **85** — rechts bei hoher, links bei tiefer Einstellung des Objektivsystems.

Q Querscheibe; *h* Mittelscheibe (Hensen); *Z* Zwischenscheibe (Krause); *E* Endscheibe (Merkel); *N* Nebenscheibe (Engelmann); *J* isotrope Substanz.

Die Fibrillen sind sowohl unter sich als auch vom Sarkolemma durch eine mehr oder weniger dicke Lage von Sarkoplasma geschieden, was am deutlichsten an Querschnitten der Muskelfaser hervortritt; hier sieht man das Sarkoplasma in Form eines Netzes, in dessen Maschen die Fibrillen oder Fibrillengruppen (von 0,3—0,5 μ Breite) (Muskelsäulchen, Kölliker) eingebettet liegen. Das Bild eines Querschnittes zeigt also in der Regel mehr oder weniger deutliche Felder, die man als Cohnheim'sche Felder bezeichnet (Fig. 60).

Je nach der Beschaffenheit dieser Felder kann man helle (sarkoplasmaarme) und dunkle (sarkoplasmareiche) Fasern unterscheiden. In den hellen Fasern erscheinen die Fibrillen (immer auf dem Querschnitt) als eine feine Punktirung, das Sarkoplasma in der Regel homogen; in den dunkeln Fasern sind die Fibrillen zu Säulchen gruppirt; das Sarkoplasma ist hier reichlicher vertreten und enthält auch oft Einlagerungen von gröberen oder feineren Körnchen, welche man mit Kölliker als interstitielle Körnchen bezeichnet. Diese Unterschiede sind indessen nicht durchgeifend: durch blosse Kontraktion kann ein Abschnitt einer dunklen Faser hell erscheinen; auch kommen helle und dunkle Fasern fast in jedem Muskel des Menschen vor und das Mischungsverhältniss beider ist in verschiedenen Muskeln sehr verschieden (Schaffer **93. 2**) (Fig. 61).

Bei ihrem Uebergang in die Sehne hört die Muskelfaser sammt ihrem Sarkolemm abgerundet auf: die Sehnenfibrillen setzen sich an das Sarkolemm an.

Jede Muskelfaser ist von einer dünnen bindegewebigen Hülle umgeben; grössere Komplexe von Fasern werden wiederum durch eine dickere bindegewebige

Scheide zusammengehalten (Perimysium internum) und repräsentiren dann ein Muskelbündel; die letzteren werden schliesslich abermals, und zwar jetzt durch das Perimysium externum, zum Muskel verbunden.

Die quergestreiften Muskelfasern sind in der Regel unverästelt. Verästelte Muskelfasern werden in der Zunge und den Augenmuskeln angetroffen.

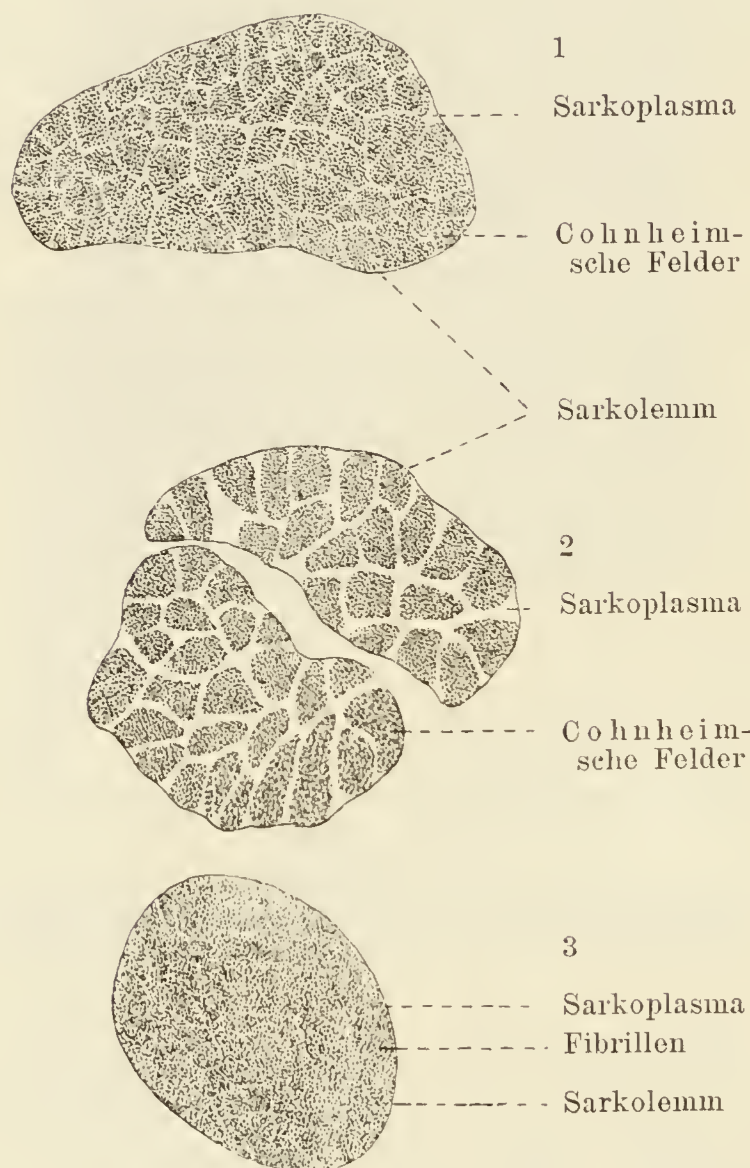


Fig. 60.

Querschnitte durch quergestr. Muskelfasern des Kaninchens. 1 und 3. Aus einem Muskel der unteren Extremität. 2. Aus einem Zungenmuskel. 900mal vergr. Technik Nr. 163.

In 2 sind die Cohnheim'schen Felder deutlich, in 1 weniger deutlich ausgeprägt; in 3 hingegen sind die Muskelfibrillen mehr gleichmässig vertheilt.



Fig. 61.

Aus einem Querschnitt durch den M. cucullaris des Menschen, dunkle, protoplasmareiche und helle, protoplasmaarme Fasern zeigend. (Nach Schaffer **93. 2.**)

d dunkle, *a* helle Faser, *b* und *c* Uebergangsfasern von hellen zu dunkeln.

Die Muskeln mit quergestreiften Fasern sind, mit Ausnahme derjenigen des Herzens (s. unten), dem Willen unterworfen und zeichnen sich durch eine rasche Kontraktion aus, bei welcher die anisotrope Substanz, indem sie sich auf Kosten der isotropen Scheiben vergrössern, die Hauptrolle zu spielen scheint. Zwischen den rothen und weissen Muskelfasern scheinen, ausser den morphologischen, auch noch physiologische Unterschiede zu bestehen, indem die rothen sich langsamer kontrahiren sollen als die weissen (Ranvier **80**).

Nur die quergestreiften Muskeln des Oesophagus, der Cremaster externus und einige anderen, sowie auch die etwas anders gebauten Muskeln des Herzens sind dem Willen nicht unterworfen.

Mit Gefässen ist der quergestreifte Muskel reichlich versehen. Sie bilden ein langgezogenes Kapillarnetz, welches bei den rothen Muskeln ab und zu Erweiterungen seiner querverlaufenden Kapillargefässe zeigt (Ranvier **80**).

Hinsichtlich der Nervenendigungen an glatten und quergestreiften Muskelfasern vergl. das Nervengewebe.

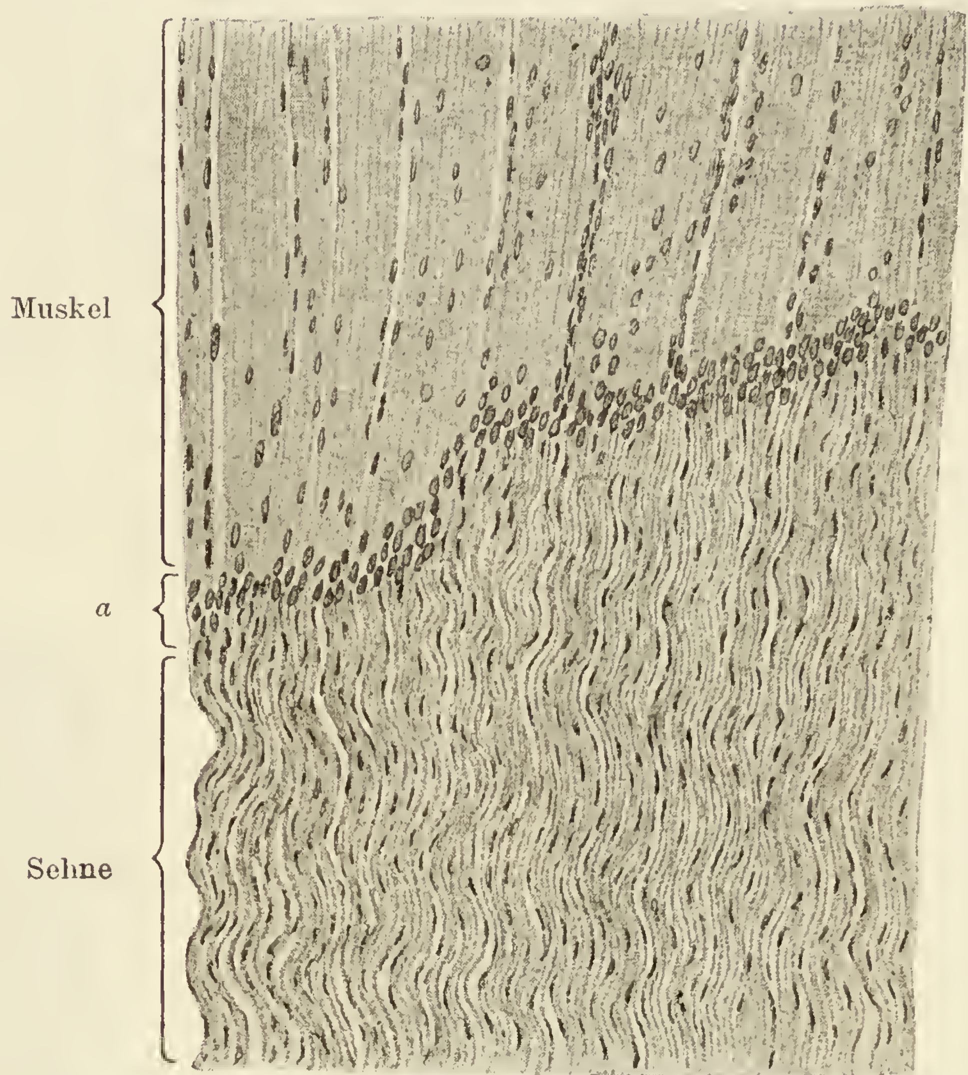


Fig. 62.

Theil eines Längsschnittes durch die Uebergangsstelle des Muskels in die Sehne. 150mal vergr.

An der Stelle, an welcher sich die Sehnenfasern an das Sarkolemm ansetzen (bei *a*), sind die Kerne des letzteren sehr zahlreich. Behandlung mit Sublimat.

Wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, hört die Entwickelung des Muskels während des ganzen Lebens nicht auf. Wir haben das Muskelgewebe als ein äusserst labiles aufzufassen, an dem fortwährend Neubildung und Untergang der Elemente wahrgenommen werden können. Der Zerfall der Muskelsubstanz wird durch einen Prozess eingeleitet, der mit einer physiologischen Kontraktion verglichen werden kann, wodurch in der Faser Verdichtungsknoten oder -ringe entstehen; an diesen Stellen zerfällt die Muskelsubstanz in einzelne entweder kernhaltige oder kernlose Bruchstücke (Sarkolyten), welche in den meisten Fällen ohne Zuthun der Phagocyten resorbirt werden. Der Substanzverlust wird durch neue Elemente gedeckt, welche sich an den betreffenden Stellen aus dem hier frei gewordenen, mächtig angewachsenen und eine Vermehrung seiner Kerne zeigenden Sarkoplasmas entwickeln; dadurch werden Elemente gebildet, die man als Myoblasten bezeichnet. Der Modus, wie aus den Myoblasten fertige Muskelfasern hervorgehen, lässt sich auf den embryonalen Typus zurückführen.

Das Längenwachsthum der Muskelfasern findet hauptsächlich an den kernreichen Enden der Fasern statt (Fig. 62 bei *a*), also da, wo sie in Sehnen übergehen oder an Stellen, an welchen Verschiebungen am Knochen häufig sind. Schaffer **93. 2** hat jüngst angegeben, dass zwischen Muskelfascie und Muskelsubstanz sich ein Bildungsgewebe vorfindet, aus welchem nach der einen Seite Muskelfasern nach dem embryonalen Modus entstehen, nach der anderen Seite aber Bindegewebsfibrillen und -zellen gebildet werden.

c) Herzmuskelzellen.

Etwas verschieden von den gewöhnlichen quergestreiften Muskelfasern sind die Muskelzellen des Herzens gebaut. Dieselben sind kurz, mit einem in der Mitte liegenden Kerne versehen und ohne Sarkolemm. In kleinsten Muskelzellen sieht man mitunter auf Querschnitten ihre Fibrillen radiär zur Achse angeordnet. Die gegenseitige Anordnung der Fasern ist eine derartige, dass sie im Ganzen Platten und Netze herstellen.

Die Muskelzellen der sogenannten Purkinje'schen Fäden liegen unter dem Endokard und sind dadurch bemerkenswerth, dass ihr Protoplasma

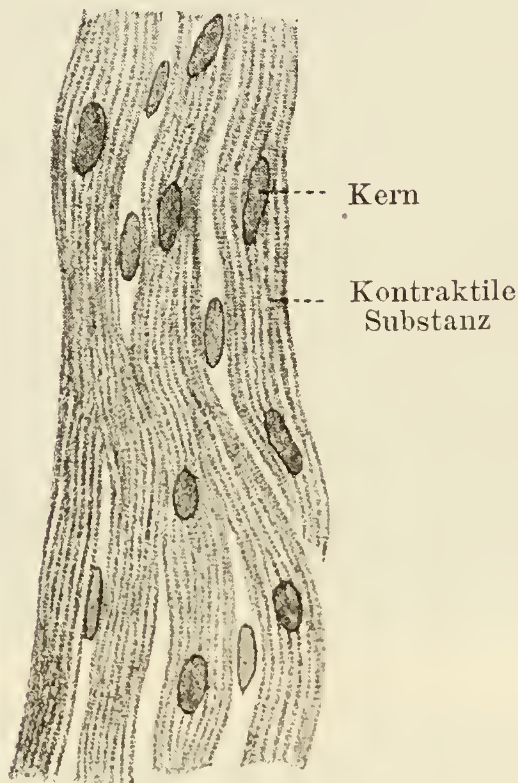


Fig. 63.



Fig. 64.

Längs- und Querschnitt der Muskelfasern aus dem Myokard des Menschen. Behandlung mit Alkohol. 640mal vergr.

Die Muskelzellen sind hierbei auf dem Längsschnitt nicht abgegrenzt von einander und erscheinen als vielkernige, sich unter einander verbindende Fasern. Zwischen ihnen liegen ab und zu Kerne des Bindegewebes.

zu geringen Theilen und zwar nur an der Peripherie quergestreifte Substanz gebildet hat. Solche Zellen kommen bei einigen Thieren zahlreich vor (Schaf), seltener beim Menschen.

Untersuchungsmethoden für Muskelgewebe.

161. Frische quergestreifte Muskelfasern lassen sich in einer indifferenten Flüssigkeit (s. T. 13) durch Zupfen isoliren. Nach einer kurzen Zeit pflegt an solchen Präparaten auch das Sarkolemma als eine sich abhebende dünnste Membran zum Vorschein zu kommen. Wendet man auf frische gezupfte Muskeln eine kaltgesättigte Lösung von kohlensaurem Ammonik an (Solger **89. 3**), so hebt sich das Sarkolemma an zahlreichen Stellen schon nach 5 Min. ab.

162. Will man quergestreifte Muskeln in gedehntem Zustande beobachten, so gebe man einer Extremität eine solche Stellung, welche bei einer bestimmten Muskelgruppe einen Dehnungszustand hervorruft und injizire dann (durch Einstich) subcutan etwa $^1/_4$—$^1/_2$ ccm einer 1 % Osmiumsäure. Die letztere breitet sich längs den Fasern aus und fixirt dieselben. Man schneidet dann Stücke der fixirten Muskeln heraus und wäscht sie in dest. Wasser. Schon an ungefärbten, zerzupften und in Glycerin untersuchten Stücken sieht man die Querstreifung sehr deutlich. Auch durch elektrische Reizungen in Tetanus versetzte Muskeln lassen sich auf die eben angegebene Weise auch in diesem Zustande fixiren und weiter behandeln.

163. Die Beziehungen der Fibrillen zum Sarkoplasma (Cohnheim'sche Felder) und zu den Kernen studire man an Querschnitten solcher mit Osmiumsäure in gedehntem Zustande fixirten Muskeln. Auffallend viel Sarkoplasma im Verhältniss zu der Menge der Fibrillen sieht man beispielsweise an den die Rückenflosse des Seepferdchens bewegenden Muskeln; unter den Säugethieren bieten die Brustmuskeln der Fledermäuse Aehnliches (Rollett 89).

164. In sämmtlichen Muskeln erwachsener Wirbelthiere (mit Ausnahme der Säuger) liegen die Kerne zwischen den Fibrillen. Bei Säugethieren nehmen sie die gleiche Lage nur im Jugendzustande ein, während bei erwachsenen Säugern nur die Kerne der rothen Muskeln zwischen den Fibrillen liegen bleiben. Alle anderen Muskeln besitzen nur Sarkolemm-Kerne.

165. Der fibrilläre Zerfall der Muskelfaser wird an alten Spirituspräparaten, oder an mit schwacher Chromsäure (0,1 %) oder deren Salzen behandelten Muskeln durch Zerzupfen erreicht.

166. An alten Spirituspräparaten der Säugethiere sieht man die Querstreifung auch. Die letztere tritt aber noch schärfer hervor, wenn man eine Färbung mit Hämatoxylin vornimmt. Letztere Substanz färbt nämlich alles Doppeltbrechende im Muskel, nicht aber das Uebrige. Aehnliche Effekte, jedoch nicht mit der gleichen Sicherheit, rufen auch andere Farbstoffe, namentlich basische Aniline, hervor.

167. Zur feineren Analyse der Querstreifung sind Muskeln gewisser Käferarten, z. B. die von Hydrophilus ganz besonders geeignet. Der Käfer wird äusserlich abgetrocknet und lebend in Alkohol von 93 % gebracht. Nach 24—48 Stunden zeigen seine Muskeln, in verdünntem Glycerin untersucht, den Zerfall ihrer Substanz in Bowman'sche Scheiben. In Säuren quellen die letzteren und lösen sich schliesslich auf. Man überzeugt sich davon am besten, wenn man zu den, nach der eben erwähnten Weise hergestellten Präparaten einen Tropfen Ameisensäure zusetzt (Rollett 85).

168. Um das Verhältniss der Muskeln zu den Sehnen zu studiren, behandle man kleinere Muskeln mit ihren entsprechenden Sehnen $^1/_4$ Stunde lang mit 35 %iger Kalilauge und zerfasere dann die Stelle zwischen Muskel und Sehne auf dem Objektträger. Hierdurch werden Muskelfasern mit den entsprechenden Sehnen isolirt (Weismann).

169. Zu ähnlichen Resultaten gelangt man, wenn man einen Frosch in Wasser von 55° C. setzt, worin er sehr bald abstirbt und seine Muskeln starr werden. Aus dem sich abkühlenden Wasser nehme man ihn nach $^1/_4$ Stunde heraus und schneide kleine Stückchen Muskeln ab, welche dann auf einem Objektträger in Wasser zerfasert werden (Ranvier 89).

170. Die Herzmuskelzellen lassen sich durch Maceration in 20%iger rauchender Salpetersäure (bis 24 Stunden) isoliren (Kalilauge vom spec. Ge-

wichte 1,3 $^1/_2$—1 Stunde angewandt, thut dasselbe). Die Grenzen zwischen den Muskelzellen kann man auch zur Ansicht bringen, wenn man Stücke vom Myokard 24 Stunden lang mit einer $^1/_2$%igen wässerigen Höllensteinlösung behandelt und sie dann in Schnitte zerlegt.

171. Isolirte Zellen der Purkinje'schen Fäden gewinnt man am leichtesten, wenn man $^1/_2$ mm grosse Lamellen des Endokards in $^1/_3$%igen Alkohol auf ca. 24 Stunden einlegt und sie dann auf dem Objektträger zerfasert. Ein sehr geeignetes Objekt hierfür, mit auffallend viel Purkinjeschen Fäden ist das Herz des Schafes.

172. Glatte Muskelfasern lassen sich in derselben Weise isoliren wie die Herzmuskelzellen. An dünnen Querschnitten (unter 5 μ) einer mit Osmiumsäure fixirten Darmmuskulatur (am besten der Katze) sieht man an geeigneten Stellen die Verbindungsbrücken (Leisten!) zwischen den Fasern (Barfurth **91**).

D. Das Nervengewebe.

Die Elemente des Nervensystems sind Zellen im Zusammenhange mit Fasern, Nerven- oder Ganglienzellen und Nervenfasern. Die Nerven- oder Ganglienzellen entstehen früh durch Umwandlung der epithelialen Zellen des aus dem Ektoderm sich entwickelnden Medullarrohres, theils loco, theils nach ihrer Ausschaltung aus dem Medullarrohre ausserhalb desselben. Die werdenden Nervenzellen wachsen in Fortsätze aus. Die Fortsätze der centralen Nervenzellen scheidet man in zwei Arten: 1. unverästelte, ihr Kaliber beibehaltende, jedoch vielfach mit senkrecht abgehenden Aesten, die man Collaterale nennt, versehene Fortsätze und 2. solche, die in geringem Abstande von der Zelle sich dendritisch verästeln. Früher hat man die verzweigten Fortsätze einer centralen Nervenzelle Protoplasma-Fortsätze genannt; den ungetheilten als Achsencylinder-Fortsatz (Deiters'scher Fortsatz) bezeichnet; jetzt werden die Protoplasma-Fortsätze unter dem Namen Dendriten oder Nebenfortsätze zusammengefasst; für den Achsencylinderfortsatz ist der Name Neurit (Neuroxon, Nervenfortsatz) oder Hauptfortsatz üblich geworden. An den Ganglienzellen der peripheren Ganglien, insbesondere der Spinalganglien und der gleichwerthigen Kopfganglien, sind diese morphologischen Unterschiede der Fortsätze jedoch nicht deutlich ausgeprägt.

Die Nervenzelle sammt allen ihren Fortsätzen wird als eine Neura (Rauber), als ein Neuron (Waldeyer **91**) oder Neurodendron (Kölliker **93**) bezeichnet.

1. Die Nervenzelle.

Die Nervenzellen sind im Allgemeinen gross (ihr Körper beträgt z. B. in den motorischen Zellen des Rückenmarks vom Menschen 75—150 μ; der Kern bis 45 μ, der Nucleolus 15 μ Dm., die kleinsten Nervenzellen, die Körner des Kleinhirns, messen 4—9 μ), ihr Protoplasma lässt eine fibrilläre

Struktur erkennen, Fäserchen, welche bis in die Fortsätze hinein verfolgt werden können (Fig. 65). Der Kern ist ebenfalls gross, chromatinarm, aber in der Regel mit einem grossen Kernkörperchen versehen. Die Dendriten sind an ihrem Ursprunge dick, verdünnen sich allmählich durch vielfache Theilungen, dehnen sich über weite Bezirke aus und variiren auf das Mannigfaltigste. Mit gewissen Methoden behandelt, zeigen sie keine glatte Oberfläche, sondern sind (zum Unterschiede von Neuriten) mit vielfachen Varikositäten und Knötchen besetzt, welche ihnen ein charakteristisches Aussehen verleihen. Sämmtliche Endästchen laufen entweder spitz aus, oder sind mit kleinen Terminalknötchen versehen. Die gruppenförmig zusammengehörigen Endästchen eines Dendriten oder Neuriten nennt man Endbäumchen (Telodendrien, Rauber).



Fig. 65.
Bipolare Ganglienzelle aus dem Ganglion acusticum eines Knochenfisches auf einem Längsschnitt. Die Markscheide des Neuriten und Dendriten setzt sich auf der Ganglienzelle fort. 800mal vergr. Technik Nr. 175.

Aus der Verästelung der Dendriten entsteht ein dichtes Filzwerk, das mit Betheiligung noch anderer, später zu erwähnender Elemente die graue Substanz des Hirn- und des Rückenmarkes bildet. Der Neurit ist an allen Zellen, vielleicht mit einigen Ausnahmen, in der Einzahl vorhanden. Nervenzellen ohne Neurit kommen bei den Wirbelthieren nicht vor.

Der Neurit entspringt gewöhnlich als ein Kegel von der Zelle selbst, seltener von der Basis eines ihrer Dendriten. Sein wichtigstes Merkmal ist eine glatte, regelmässige Oberfläche und vor allem ein gleichmässiges Kaliber. Nach der Beschaffenheit der Neuriten kann man zwei Typen von Zellen aufstellen: im Typus I geht der Neurit in eine echte Nervenfaser über. Im Typus II, dessen Zellformen relativ selten vertreten sind, behauptet er seine Selbständigkeit nicht lange, d. h. theilt sich nach kurzem Verlauf in einer komplizirten Weise, Neuropodien (Kölliker **93**) bildend, ohne hierbei einer Nervenfaser den Ursprung zu geben. Die letztbeschriebenen Zellformen kommen in der Gross- und Kleinhirnrinde etc. vor.

Die Zellen des Typus I und II können also einfach als Zellen mit langem (Typus I) und Zellen mit kurzem verzweigtem Neurit (Typus II) bezeichnet werden. Hinzuzufügen wäre noch, dass die Collateralen des Typus I ebenfalls frei mit kleinen Endbäumchen endigen.

Golgi (**94**) wies nämlich nach, dass der Neurit der Ganglienzellen vom Typus I in gewissen Zellen, z. B. in den Purkinje'schen des Kleinhirns, in den Pyramidenzellen der Grosshirnrinde, sowie in den Strangzellen des Rückenmarkes senkrecht abgehende Seitenfibrillen, Collateralen, abgiebt; auch kann der Neurit sich in zwei gleich starke Aeste theilen. Eine nur mit einem

Neurit versehene Zelle kann demnach schliesslich mehreren Neuriten den Ursprung geben.

Die Dendriten wurden verschieden aufgefasst: Golgi und seine Schüler betrachten dieselben als Ernährungswurzeln der Zelle, eine Auffassung, die von Ramon y Cajal **93. 1**, van Gehuchten **93. 1** und Retzius **92. 2** bekämpft wurde. Nach den letzteren Autoren sind alle Fortsätze der Nervenzelle analoge Bildungen: sie gehen alle von einem „empfindenden" Elemente aus und werden wohl ein und dieselbe Funktion haben.

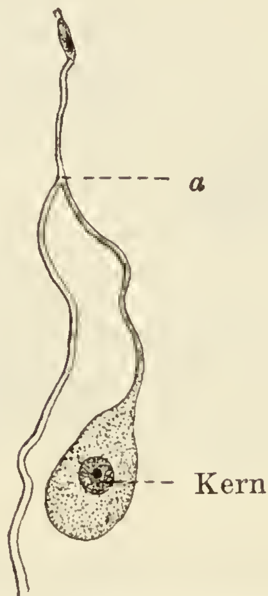


Fig. 66.
Ganglienzelle mit einem Fortsatz, der sich bei *a* theilt (Ṭ-förmiger Fortsatz). Aus einem Spinalganglion des Frosches. 230mal vergr. Technik Nr. 178.

Die sensiblen Nervenfasern der Hirn- und Rückenmarksnerven entspringen in peripher gelegenen Kopf- resp. Spinalganglien; sie hängen mit einem Fortsatz der betreffenden Ganglienzellen zusammen, der bei den Spinalganglienzellen und homodynamen Ganglien desKopfes sich beim Erwachsenen Ṭ-förmig theilt (Ranvier **78**); der eine Ast senkt sich in das Rückenmark, resp. Gehirn hinein, der andere läuft zum peripheren Organ.

Das Nervensystem ist also, nach der heute verbreiteten Anschauung, aus einer grossen Anzahl von selbständigen Einheiten, den Neuren, zusammengesetzt.

Im einfachsten Falle besteht eine Neura aus einem Dendriten und einem Neuriten mit ihren Telodendrien. Als weitere Komplikationen treten mehrere Dendriten auf, die Collateralen der Neuriten und in einzelnen Fällen auch mehrere Neuriten. Man unterscheidet, je nach der Zahl der Fortsätze, unipolare, bipolare und multipolare Ganglienzellen.

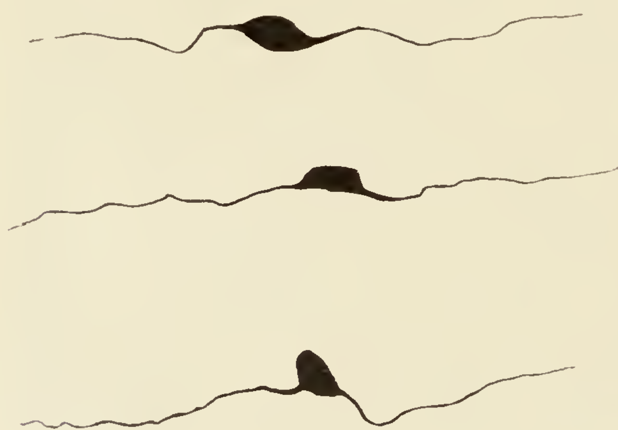


Fig. 67.
Drei Ganglienzellen aus einem Spinalganglion des Kaninchenembryos. Die Zellen sind noch bipolar; ihre Fortsätze legen sich in späteren Stadien zusammen und sind beim erwachsenen Thier Ṭ-förmig. Chromsilbermethode. 170mal vergr.

Die Ganglienzellen, welche in Spinalganglien und den homodynamen Gebilden im Kopfe vorkommen, sind, wie gesagt, anscheinend unipolare Zellen, deren Fortsatz aber, wie Ranvier nachgewiesen hat, sich Ṭ-förmig theilt; der eine Fortsatz ist als ein Dendrit, der andere als ein Neurit aufzufassen. Was die Werthigkeit des unpaaren Theiles des Fortsatzes anlangt, so ist die Annahme von v. Lenhossék **94. 1**, dass hier ein ausgezogener Theil der Ganglienzelle selbst vorliegt und dass demnach die Ursprungsstelle des Neuriten und Dendriten in diesem Falle nahe aneinander liegen, eine plausible (Fig. 67).

Im sympathischen Nervensystem der Amphibien kommen eigenthümliche Ganglienzellen vor, deren Dendrit (?) um den Neurit sich spiralig windet. Die Deutung dieser Spiralfaser als Dendrit ist jedoch zweifelhaft geworden; einige Forscher wollen in ihr

einen Fortsatz sehen, der von einer anderen Ganglienzelle herkommt: es liess sich nämlich nachweisen, dass die Spiralfaser in Telodendrien übergeht, welche die sympathische Zelle umspinnen, in ähnlicher Weise etwa wie eine Purkinje'sche Zelle des Kleinhirns von troddelförmigen Telodendrien anderer Ganglienzellen umsponnen wird.

Es wird jetzt daran fest gehalten, dass sowohl die Beziehungen der Neuren unter sich, als auch ihre Beziehung zu den Endorganen überall auf blossem Kontakt beruhen.

Als wichtigstes Resultat der neueren Forschungen ist die Lehre von der Selbständigkeit der Neura, d. h. der Nervenzelle mit der Gesammtheit ihrer Fortsätze hinzustellen. Die Dendriten werden als cellulipetal leitende, die Reize zur Zelle führende Fortsätze aufgefasst. Die Neuriten dagegen sind cellulifugal leitend; sie leiten den ihnen von der Zelle gegebenen Impuls weiter (Kölliker 93), sei es, dass sie motorisch oder im Centralorgane enden. Die Neuriten können demnach entweder in motorischen Endorganen ihr Endgebiet erreichen, oder mit ihren sehr verschieden gestalteten Telodendrien zu anderen Nervenzellen (resp. deren Telodendrien) der Centralorgane (Endganglien) in Kontaktbeziehungen stehen. Die Form der Telodendrien der Dendriten ist ebenfalls eine sehr mannigfache (Sinnesorgane, Centralnervensystem etc.).

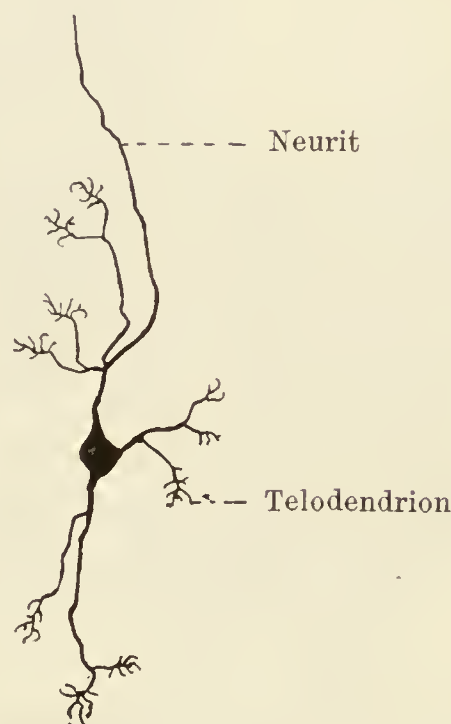


Fig. 68.
Nervenzelle mit krallenartigen Telodendrien der Dendriten; aus der Körnerschicht des Kleinhirns des Menschen. Chromsilbermethode. 110mal vergr.

Man könnte die Telodendrien ihrer Gesammtform nach in verschiedene Kategorien scheiden: so enden z. B. die Neuriten an manchen Stellen in Form von die Zellen umspinnenden Körben, Quasten, oder sie klettern an Dendriten einer anderen Zelle empor. Demzufolge werden sie als Faserkörbe, Kletterfasern, Quasten- oder Troddelfasern etc. bezeichnet.

Ebenso ist es bei den Dendriten: ihre Gesammtform ist entweder eine baum- oder krallenförmige u. s. w.

In keinem Falle findet eine direkte Verbindung weder zwischen den einzelnen Neuren, noch zwischen diesen und anderen Zellen statt. In allen Fällen bestehen also nur Kontaktbeziehungen sowohl zwischen den Telodendrien unter einander, als auch zwischen diesen und den anderen Zellen.

Ob die Lehre von der Selbständigkeit der Neuren bestehen bleibt, oder in Folge der einseitigen Methodik (s. Technik) als irrig sich erweist, ist z. Z. nicht abzusehen.

Das Protoplasma der Ganglienzellen (z. B. jener der Spinalganglien vom Ochsen) enthält (bei gewissen Behandlungen) chromatophile, meist runde Körnchen, welche um den Kern herum dichter gruppirt sind, als an der

Peripherie der Zelle, weshalb letztere eine centrale dunklere und eine periphere hellere Partie erkennen lässt. Diese Körnchen sind in der Regel nicht konzentrisch geschichtet und liegen meist in Gruppen, welche netzförmig miteinander verbunden sind. In den Vorderhornzellen (Mensch, Ochs, Kaninchen) sind die Körnchen zu Schollen vereinigt, die auch hier um den Kern dichter gelagert sind. In allen Fällen setzen sich diese Körnchen oder Schollen in die Dendriten der Zelle fort, in welchen die Schollen zu länglich-zuge-

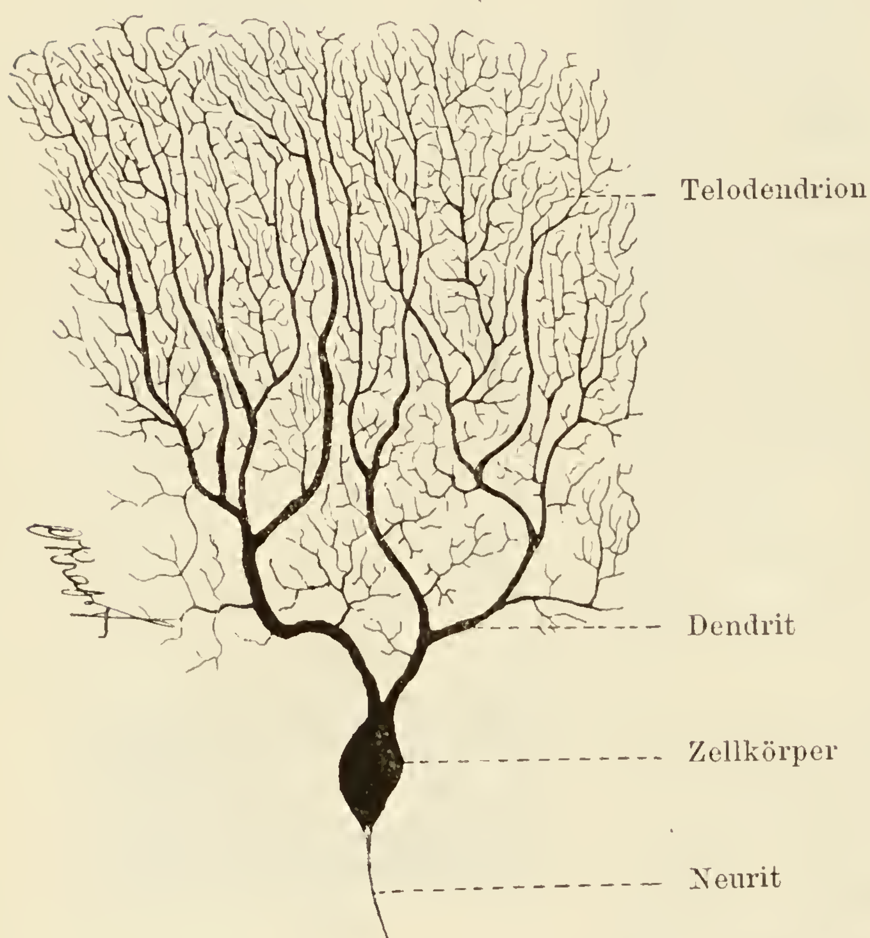


Fig. 69.
Eine Nervenzelle (Purkinje'sche Zelle) aus der Kleinhirnrinde des Kaninchens mit baumförmigen Dendriten. Chromsilbermethode. 125mal vergr.

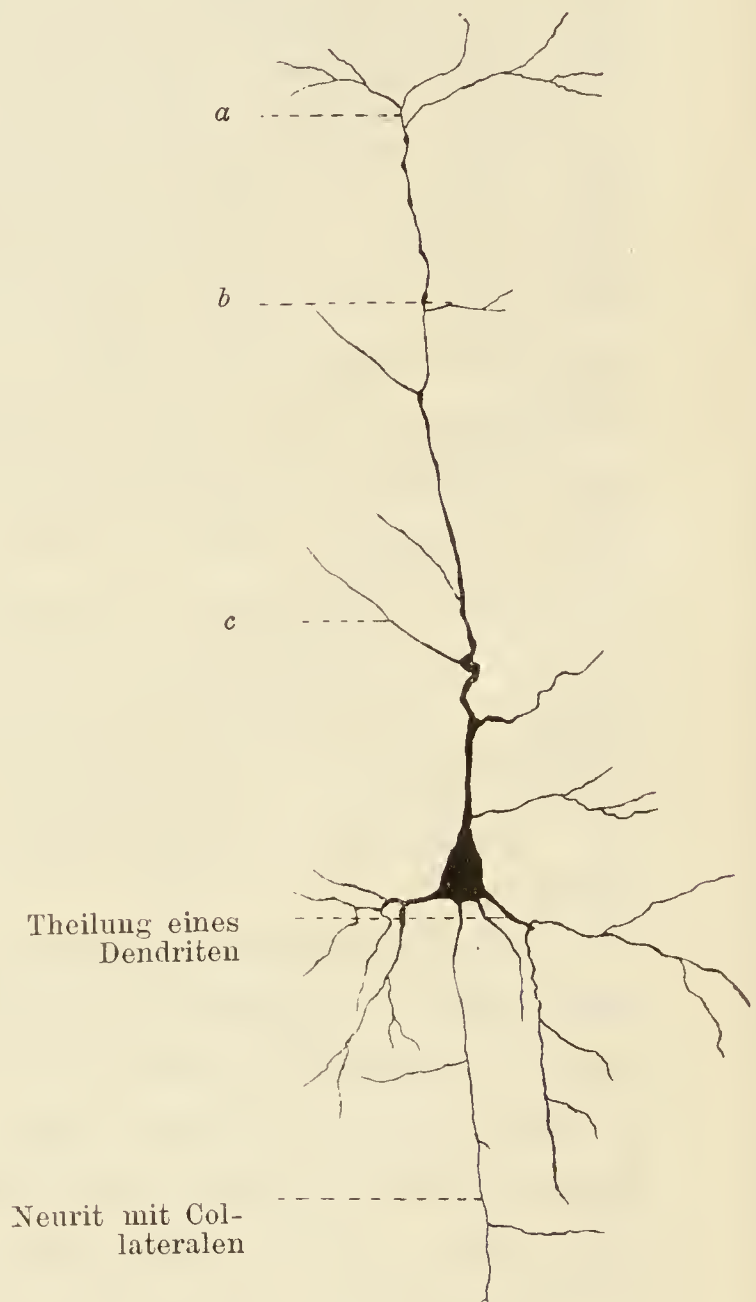


Fig. 70.
Pyramidenzelle aus der Grosshirnrinde des Menschen. Chromsilbermethode.
a, *b*, *c* abgehende Aeste eines Dendriten. Näheres im Centralnervensystem.

spitzten, streng nach der Längsrichtung des Fortsatzes verlaufenden Stäbchen werden, die an der Oberfläche des Fortsatzes oft Hervorragungen bilden, und es ist sicher, dass die Varikositäten der Dendriten (Golgi's Methode) theilweise aus Ansammlungen der chromatophilen Substanz gebildet werden. Die Zelle besitzt in der Regel einen hellen, körnchenfreien, peripheren Saum (keine Membran!) und bei grossen Zellen ist ein ähnlicher Saum auch um den Kern vorhanden, wobei die innere Grenzlinie des Saumes der Kernmembran zugehört.

H. Held hat gefunden, dass die chromatophilen Körper in Alkohol und sauren Fixirungsflüssigkeiten, nicht aber in alkalischen und neutralen, zum Vorschein kommen. Auch erscheinen sie je nach der Behandlung als feinere oder gröbere Granula. An frischen Nervenzellen sind sie nicht wahrzunehmen. Aus allen diesen Gründen hält er die chromatophile Körper für Kunstprodukte — Fällungsgranulationen durch Reagenzien (vergl. A. Fischer T. 124).

Der Neurit entspringt von der Zelle vermittelst eines breiten Einpflanzungskegels, der völlig körnchenfrei ist und keulenförmig in die Zelle eingreift. — Die zwischen den chromatophilen Körnchen gelegene Zellsubstanz besteht aus sehr feinen, stärker lichtbrechenden Körnchen, welche, wie es scheint, in keiner netzartigen Verbindung mit einander stehen. [Vergl. Nissl **94** und v. Lenhossék **95.**]

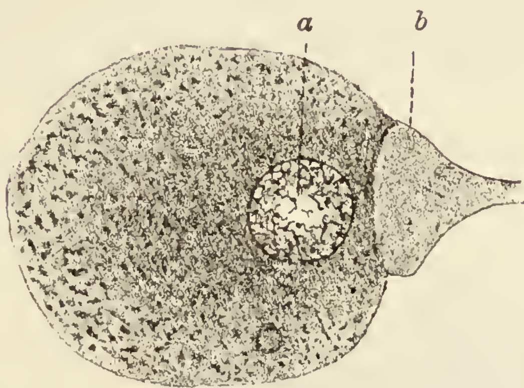


Fig. 71.
Chromatophile Körper in einer Ganglienzelle. Aus dem Ganglion Gasseri eines Knochenfisches.
a Kern, *b* Einpflanzungskegel.

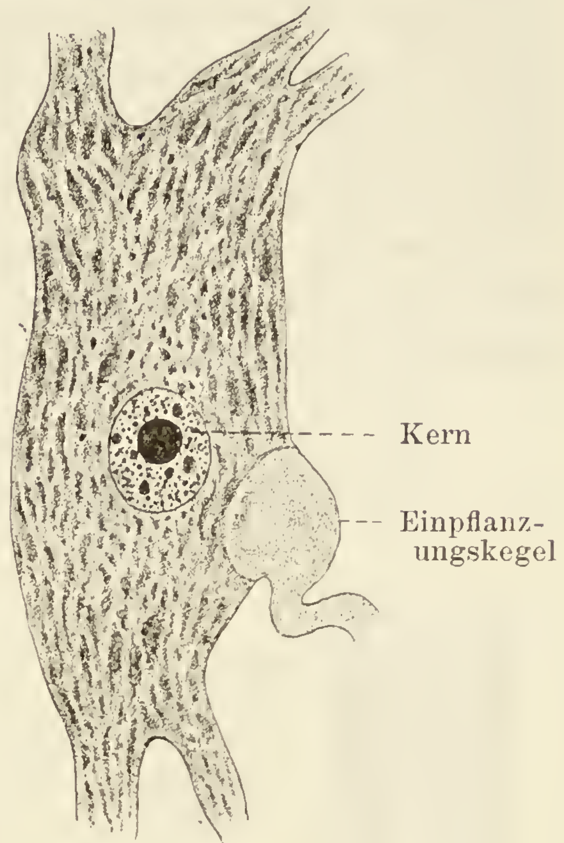


Fig. 72.
Nervenzellen aus dem Vorderhorn des Rückenmarkes des Rindes. Chromatophile Körper gröberer Art zeigend.

2. Die Nervenfaser.

Der Neurit, in manchen Fällen der Dendrit (Dendriten der Ganglienzellen des spinalen Typus) bilden den Hauptbestandtheil einer jeden peripheren Nervenfaser und zeigt hier eine deutlich fibrilläre Struktur, welche durch getrennt verlaufende Fibrillen bedingt wird. Diese Fibrillen, die Achsenfibrillen, befinden sich in einer zähflüssigen Substanz, dem Neuroplasma, suspendirt (Kupffer **83. 2**). Der von den Fibrillen und dem Neuroplasma gebildete Achsenstrang wird bei den meisten peripheren Nerven von besonderen Hüllen umgeben, welche auch als Merkmale zur Unterscheidung und Klassifikation der Nervenfasern dienen; man unterscheidet markhaltige und marklose Nervenfasern. Den vom erwähnten Strange in der Nervenfaser eingenommenen axialen Raum nennen wir Achsenraum. Die eben geschilderten Verhältnisse kann man indessen nur nach einer geeigneten Behandlung der Nervenfaser sehen; unter gewöhnlichen Umständen gewährt der Achsenraum ein anderes Bild: an der lebens-

frischen Nervenfaser erscheint er durchsichtig; nach der Behandlung mit den gewöhnlichen Fixationsmitteln aber ist das Neuroplasma geronnen und geschrumpft, füllt den Achsenraum nicht mehr ganz aus und bildet einen im letzteren wellig verlaufenden Strang, der aus zusammengebackenen, als diskrete Bildungen nicht mehr zu unterscheidenden Fibrillen besteht. Solche Bilder, welche man früher für normale Zustände des Nerven hielt, gaben die Veranlassung zur Aufstellung des Begriffes eines Achsencylinders (s. T.). Das also, was man als Achsencylinder bezeichnet, ist der veränderte Inhalt des Achsenraumes.

Hier bemerken wir, dass der Ausdruck Achsencylinder noch vielfach angewandt wird, da die für die Erforschung des Nervensystems gebräuchlichen Methoden den Achsenstrang nicht intakt erhalten und meistens zur Entstehung eines Achsencylinders führen. Unter Berücksichtigung des eben Gesagten werden auch wir den Ausdruck Achsencylinder gebrauchen.

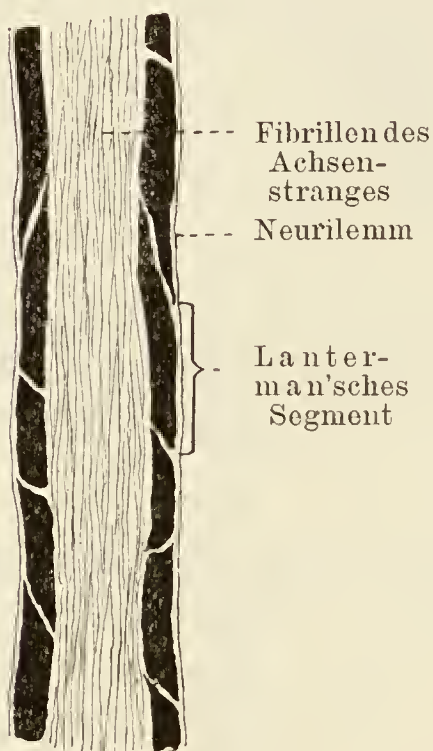


Fig. 73.
Aus einem Längsschnitt durch eine Nervenfaser des N. ischiadicus des Frosches. 830mal vergr. Technik Nr. 175.

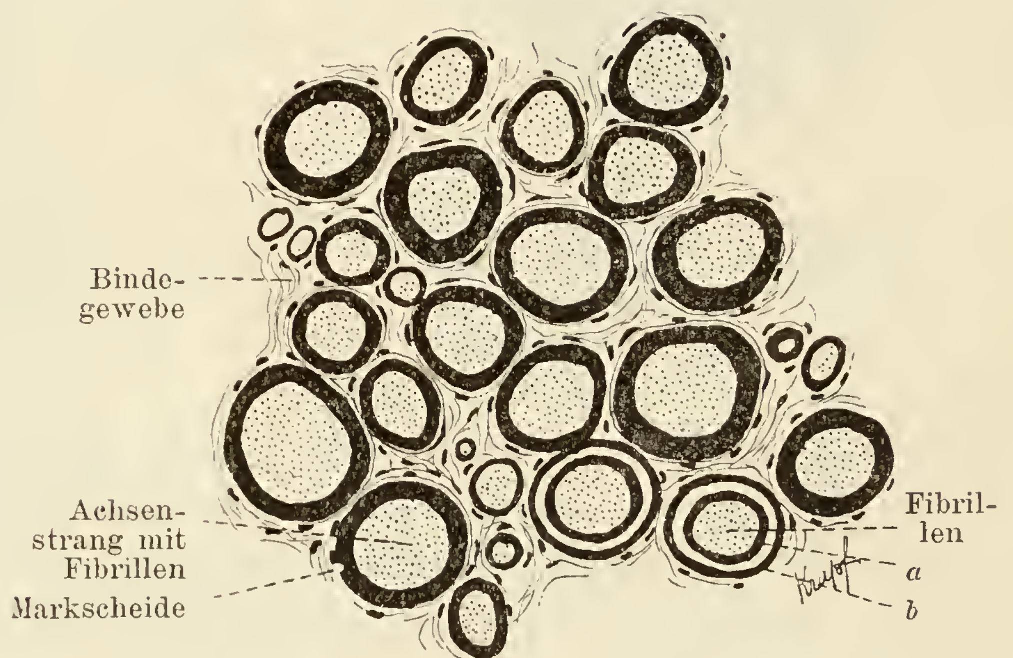


Fig. 74.
Aus einem Querschnitt durch den N. ischiadicus des Frosches. 820mal vergr. Technik Nr. 175.
Bei *a* und *b* ist ein schräg verlaufender Spalt zwischen zwei Lanterman'schen Segmenten getroffen, infolgedessen erscheint die Markscheide hier doppelt (vergl. Fig. 73.)

Bei der markhaltigen Nervenfaser wird der Achsenraum von einer stark lichtbrechenden, ihrem Glanze nach dem Fette ähnlichen Substanz, der sogenannten Mark- oder Myelinscheide umgeben. Im frischen Zustande ist sie völlig homogen, verändert sich jedoch bald und zeigt dann durch helle Spalten voneinander getrennte Abschnitte, welche das Mark in eine verschiedene Anzahl von Segmenten zerlegen (Schmidt-Lanterman-Kuhnt'sche Segmente, Einkerbungen). Beim Kochen in Aether oder Alkohol löst sich nicht das

ganze Mark der Nervenfaser auf; ein Theil desselben bleibt als ein feines Netzwerk zurück, das auch durch Behandlung mit Trypsin nicht angegriffen wird. Aus dem letzteren Umstande hat man geschlossen, dass das erwähnte Netz aus einer dem Horn verwandten Substanz besteht und benannte dasselbe deshalb als Neurokeratin (Hornscheide, Ewald und Kühne). (Bei der Verbrennung des isolirten Neurokeratins entsteht auch ganz derselbe Geruch, wie bei der Verbrennung anderer Hornsubstanzen.)

Die Markscheide wird bei peripherischen Nerven noch von einer dieselben nach Aussen abgrenzenden hellen strukturlosen Membran, dem Neurilemm oder der Schwann'schen Scheide umgeben. Die Nervenfaser enthält von Stelle zu Stelle länglich-ovale Kerne (sog. Neurilemmkerne), die von etwas Protoplasma umgeben, zwischen der Schwann'schen Scheide und der Markscheide in einer Einbuchtung der letzteren liegen. Bei den markhaltigen Nervenfasern ist also die Schwann'sche Scheide in der Regel vom Achsenraume durch das Myelin geschieden, ein Verhältniss, das im Verlaufe der Faser sich regelmässig wiederholende Unterbrechungen erfährt. Diese Stellen nun, welche sich in Abständen von 80 bis 900 μ wiederfinden, bezeichnet man als Ranvier'sche Einschnürungen. (Je schmäler die Faser, desto geringer der Abstand zwischen zwei Ranvier'schen Einschnürungen: so beträgt er bei einer Dicke der Faser von 2 μ, 90 μ.) Hier ist das Nervenmark unterbrochen und die Schwann'sche Scheide gegen den Achsenraum eingeschnürt und verdickt, Schnürring. In der Höhe des Schnürringes fand Ranvier am Achsencylinder eine bikonische Anschwellung [renflement biçônique]) (Fig. 76). Die Schwann-sche Scheide präsentirt sich also, zum Unterschied von der Markscheide, als ein zusammenhängendes Rohr, das in der ganzen Länge der Faser keine Unterbrechungen erfährt. Zwischen je zwei Ranvier'schen Einschnürungen, genau

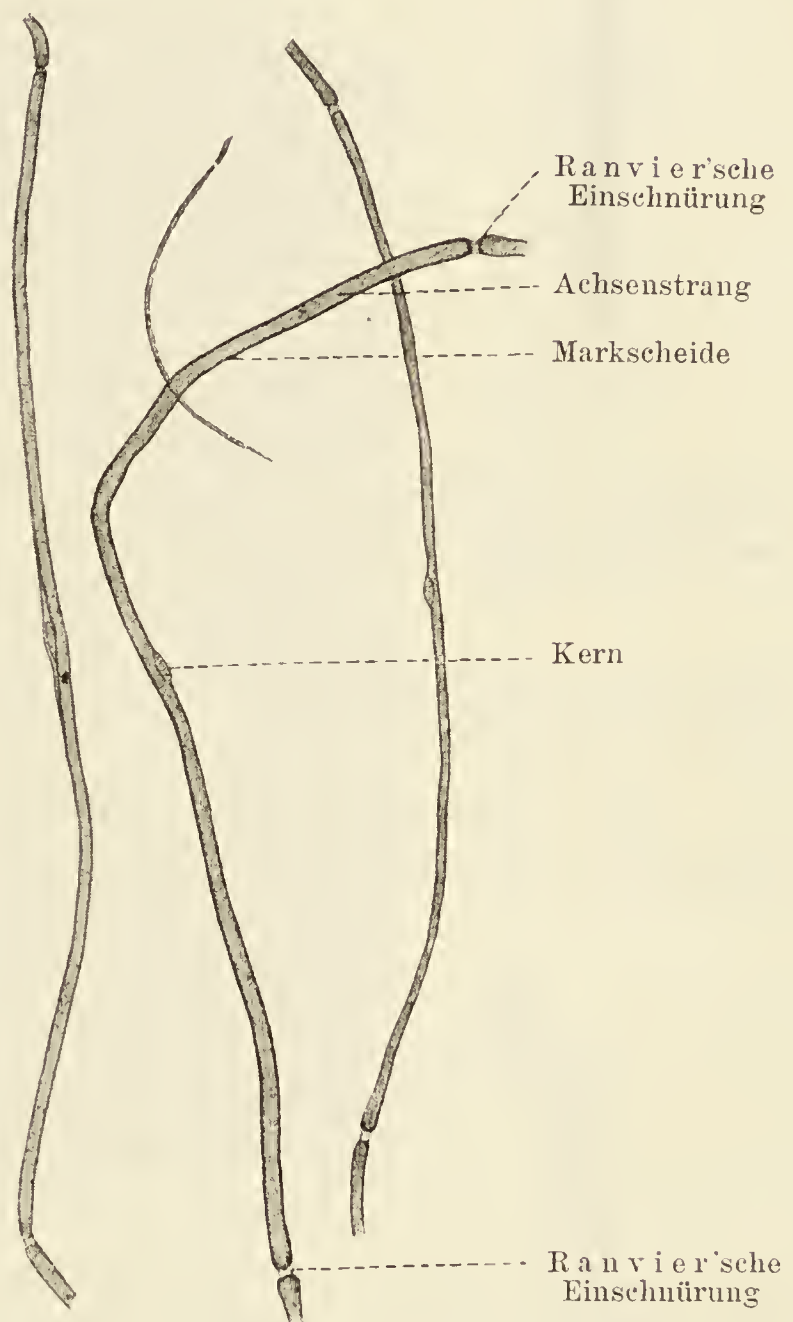


Fig. 75.
Verschieden dicke, markhaltige Nervenfasern vom Kaninchen, auch verschieden lange Segmente zeigend. An der links gelegenen Faser, in der Höhe des Kernes, hat sich das Neurilemm abgehoben. 140mal vergr. Technik Nr. 173.

in der Mitte, liegen bei den höheren Vertebraten je ein Kern, bei niederen Formen, z. B. bei den Fischen, mehrere zerstreute Kerne (5—16).

Man sieht also, dass die markhaltige Nervenfaser aus einer Anzahl gleich gebildeter Abschnitte besteht, die man als Segmente bezeichnet.

Dieser Bau legt die Vermuthung nahe, dass die Nervenfaser aus einer Reihe von verschmolzenen Zellen hervorgegangen ist. Hierbei kann es sich, nach dem was wir über die Ganglienzellen und deren Fortsätze ausgesprochen haben, nur um die Bildungszellen der Scheiden handeln, welche sich an einen Neuriten oder Dendriten kettenartig anlegen, die letzteren umhüllen und bei den fertigen Nervenfasern uns als die erwähnten Segmente entgegentreten (His 87, Boveri 85): die Stellen, an welchen die Scheidenzellen verschmolzen sind, sollen eben durch die Ranvier'schen Einschnürungen gekennzeichnet sein. — Andere Forscher nehmen wieder an, dass die ganze Nervenfaser durch eine terminale Anlagerung von aus dem Ektoderm stammendenZellen wächst, in welchen letzteren sich also nicht allein die Scheiden der Fasern, sondern auch die entsprechenden Theile des Nervenfortsatzes, ausbilden würden (Kupffer 90). In beiden oben erwähnten Annahmen entspricht das Neurilemm der Zellmembran, der Neurilemmkern im ersteren Falle dem Kern der Hüllenzelle, im letzteren dem der Bildungszelle des ganzen Nervensegmentes. Es wäre im Auge zu behalten, dass bei der letzteren Annahme ein Fasersegment das Produkt einer Zelle ist, während bei der ersteren derselbe aus den Elementen mindestens von zwei Zellen entstehen würde (Ganglienzellenfortsatz, Hüllenzelle).

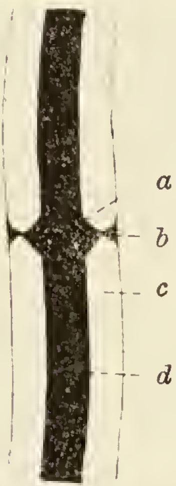


Fig. 76.

a biconische Anschwellung, *b* Schnürring des Neurilemms, *c* Markscheide, *d* Achsencylinder.

Die bei den markhaltigen Nervenfasern beschriebenen Hüllen können bei gewissen Nervenfasern entweder ganz fehlen — wie z. B. bei den sogenannten „nackten Achsencylindern" (Achsenstränge), oder nur zum Theil vertreten sein; so fehlt bei den marklosen Nervenfasern, den Remak'schen Fasern, das Mark; der Achsenstrang zeigt Kerne, welche vielleicht als zu einer noch nicht strikte nachgewiesenen Schwann'schen Scheide gehörig betrachtet werden könnten. Bei den Nervenfasern des Rückenmarkes fehlt hingegen die Schwann'sche Scheide, während die Markscheide vorhanden ist. Nackte Achsencylinder kommen z. B. in den Sinnesepithelien, in der Cornea und an einzelnen Stellen der Epidermis vor. Ihre Fibrillen treten, namentlich in der Cornea, ausserordentlich deutlich hervor: man sieht, wie sie auseinanderweichen und kann sie einzeln bis in das Epithel verfolgen.



Fig. 77.

Remak'sche Fasern aus dem N. vagus des Kaninchens. 360mal vergr. Technik Nr. 179.

Bei *a* die Theilungsstelle einer Faser.

Je nach dem peripheren Organ, in welchem die Telodendrien der Nervenfasern ihr Ende finden, bezeichnet man letztere als sensible oder motorische.

Ausserdem enden zahlreiche Fasern, wie wir sehen werden, in den Centralorganen selbst. Die motorischen Enden sind ausschliesslich in den Muskeln vorhanden, die sensiblen nahezu überall verbreitet, kommen aber als besonders geformte Organe in Kombination mit anderen Zellen, ausser in den Sinneswerkzeugen, als Sehnen-, als Vater'sche, als Meissner'sche, als Genital-, Conjunctivalkörperchen etc. vor.

Die Nervenfasern zeigen eine verschiedene Dicke, ohne dass hierbei auf eine verschiedene physiologische Verrichtung mit Sicherheit geschlossen werden

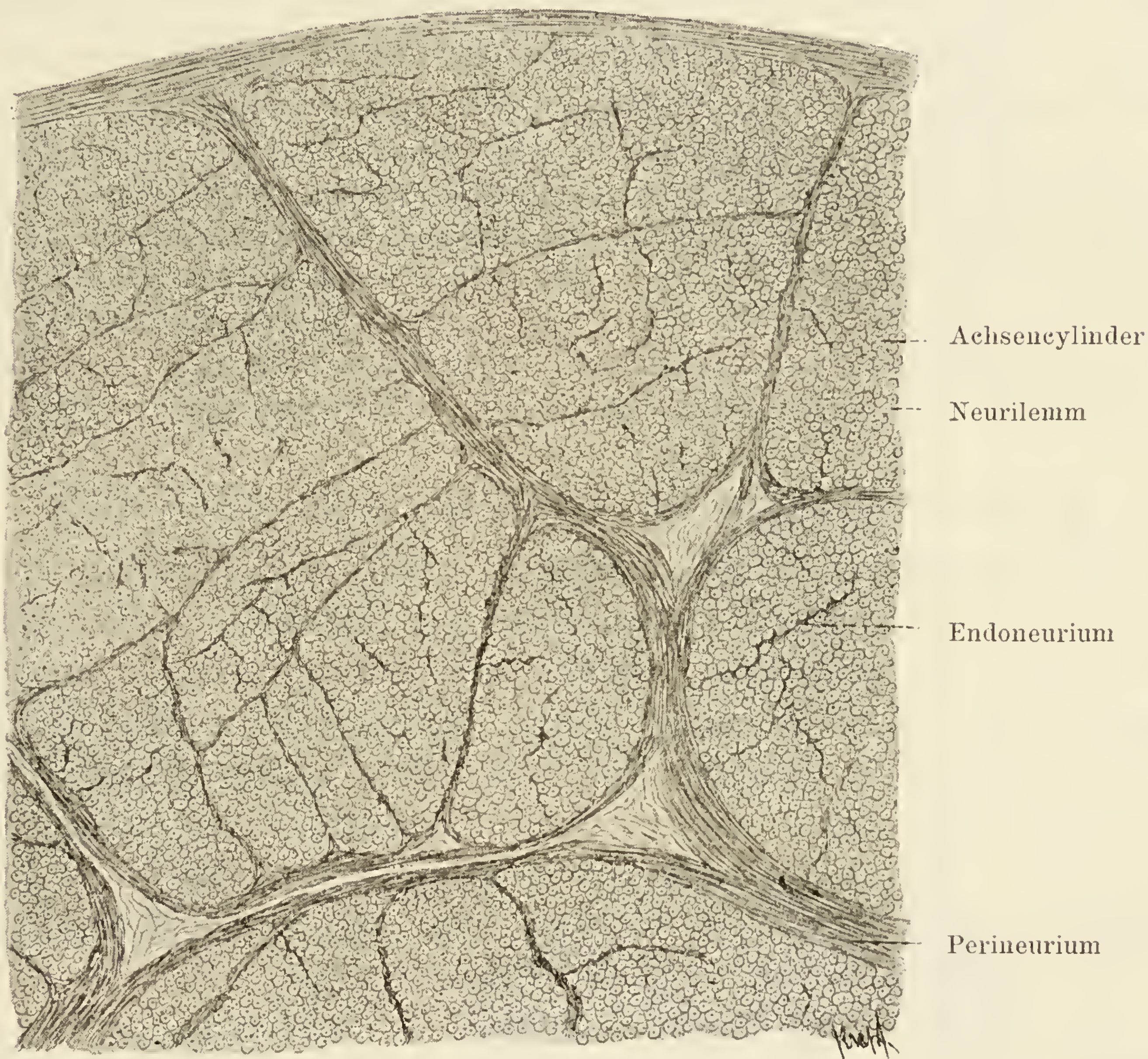


Fig. 78.

Theil eines Querschnittes durch einen mit Alkohol behandelten peripheren Nerven; die kleinen Kreise sind die Querschnitte markhaltiger Nervenfasern, man sieht die als „Punkte" erscheinenden Durchschnitte der „Achsencylinder". Durch Bindegewebe wird der Nerv in grössere und kleinere Bündel zerlegt. 75mal vergr.

könnte. Feine Fasern haben einen Durchmesser von 1—4 μ, mitteldicke 4—9 μ und schliesslich dicke Fasern 9—20 μ (Kölliker **93**). Theilungen der markhaltigen Fasern während ihres Verlaufes in den Nerven kommen verhältnissmässig selten vor. Der grösste Theil der Fasern verläuft unverzweigt vom Centrum bis zur Peripherie; erst in der Nähe ihrer Endausbreitung finden Theilungen statt. An der Theilungsstelle einer markhaltigen Faser findet sich stets eine Ranvier'sche Einschnürung.

Durch Bindegewebe (Peri- und Endoneurium) werden die Nervenfasern in einer bestimmten Weise zu Nerven verbunden (Fig. 78). Wenn der Nerv sich verzweigt, so begleitet die bindegewebige Scheide die einzelnen Aeste, ein Verhältniss, das bei weiteren Verzweigungen fortbesteht. Da die Fasern des Nervenstammes auf seine Zweige sich vertheilen, so nimmt ihre Zahl nach der Peripherie zu ab. Auf diese Weise kommt es zu Stande, dass schliesslich eine einzige Nervenfaser noch im Besitze einer bindegewebigen Hülle ist, die aber hier nur aus platten aneinandergeschlossenen Zellen besteht — Henle'sche Scheide. Im Gehirn und Rückenmark sind die Nervenzellen und -fasern derart vertheilt, dass die ersteren hauptsächlich in der grauen Substanz gelegen, die letzteren aber Bestandtheile der weissen sind. Das Ganze wird vom Bindegewebe und von der Neuroglia zusammengehalten.

Die Regeneration der Nerven geht verhältnissmässig leicht vor sich: nach Durchschneidung obliterirt in der Regel der periphere Stumpf, während die Regeneration von dem centralen Stücke ausgeht, indem die fibrillären Achsenstränge unter Betheiligung der Schwann'schen Scheide auswachsen und so den peripheren Stumpf nach und nach ersetzen. Am spätesten tritt das Myelin auf, zuerst in Gestalt vereinzelter Tröpfchen, welche erst allmählich zu einer kontinuirlichen Myelinscheide konfluiren (vergl. Büngner und Notthafft u. A.). Die weisse Substanz der Centralorgane regenerirt nicht.

3. Die Telodendrien der Nervenfasern an den Muskeln.

Die Telodendrien derjenigen Nerven, welche in den quergestreiften Muskelfasern endigen, liegen innerhalb einer Endplatte, die allem Anschein nach unter dem Sarkolemm zwischen dem letzteren und der kontraktilen Substanz liegt und aus folgenden Theilen besteht: 1. Aus einer granulirten Sohlenplatte, der Trägerin der Telodendrien; 2. aus Kernen, welche in derselben liegen und 3. aus einer hirschgeweihartigen Ausbreitung der Telodendrien. Sie präsentirt sich unter der Einwirkung verschiedener Reagentien verschieden. Die Endplatte ist 40—60 μ lang, 40 μ breit und 6—10 μ dick.

Bei durch Reagentien nur wenig veränderten Präparaten sieht man das Hirschgeweih als eine direkte Fortsetzung der Achsenfibrillen; an solchen Präparaten kann man auch wahrnehmen, dass die Substanz des Neuroplasmas direkt in die der Sohlenplatte übergeht. Die Henle'sche und die Markscheide hören bei dem Eintritt des Achsenstranges in die Muskelfaser auf. Ueber die Schicksale der Schwann'schen Scheide ist nichts Genaueres anzugeben, es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie am Sarkolemm endet.

Nach dieser Darstellung würde man die verschiedenen Theile der Nervenendplatte folgendermassen zu deuten haben: die Substanz der Sohlenplatte ist eine Anhäufung des Neuroplasmas, die ihrerseits in das Sarkoplasma übergeht; die Kerne derselben entsprechen wahrscheinlich sowohl den Muskel- als auch den Neurilemmkernen und das Hirschgeweih setzt sich aus einem eigenthümlich modifizirten Telodendrion zusammen.

Was die Zahl der motorischen Nervenendplatten in der quergestreiften Muskelfaser betrifft, so muss hervorgehoben werden, dass kurze Muskelfasern

in der Regel nur eine Platte besitzen. Bei längeren kommen sicher zwei und mehrere vor. Eine Nervenfaser kann aber entweder nur eine oder auch zwei, oder selbst drei Muskelfasern innerviren.

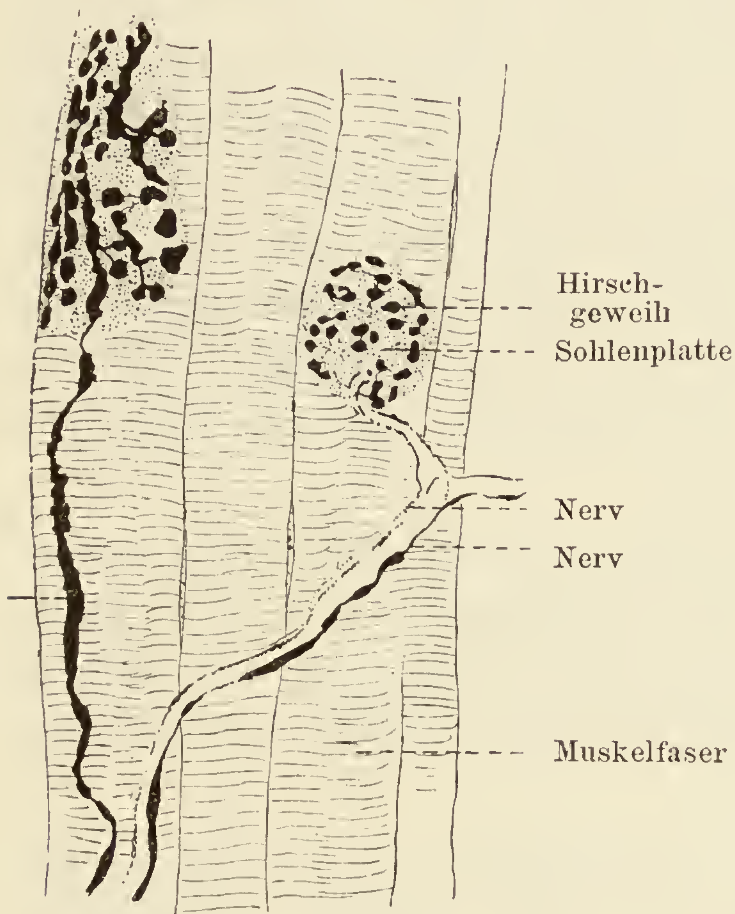


Fig. 79.

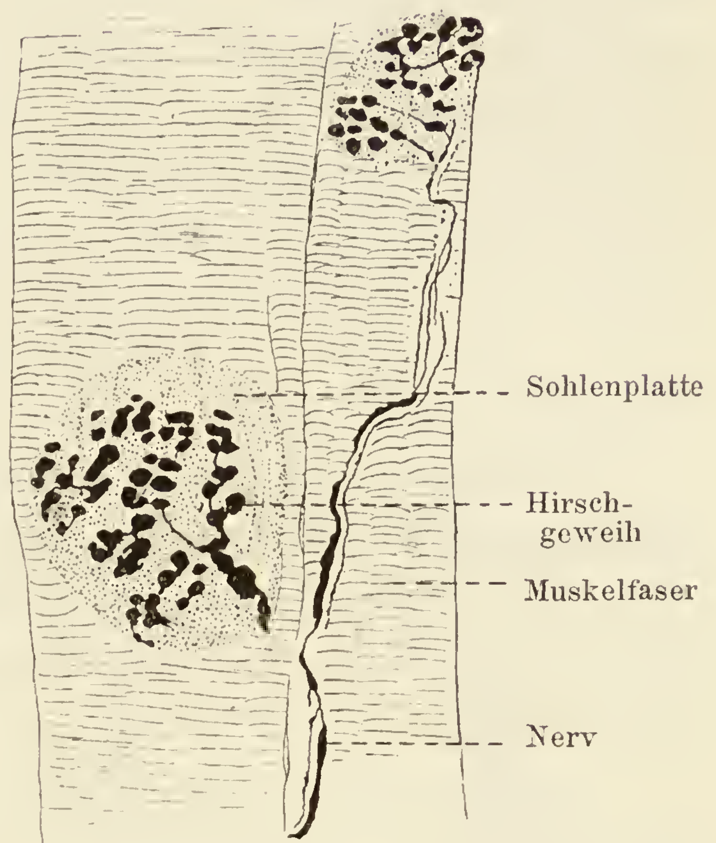
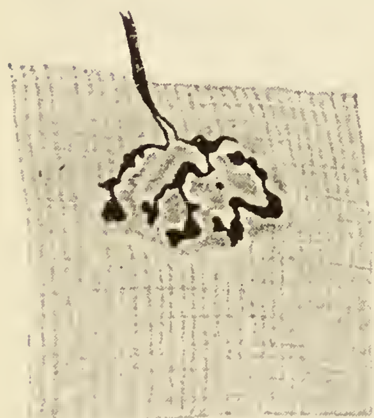


Fig. 80.



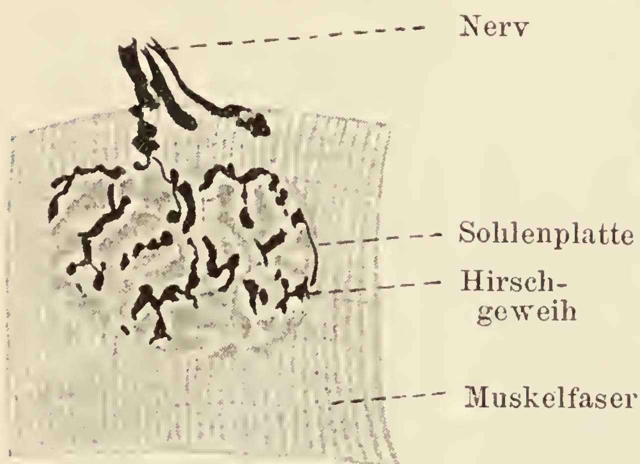


Fig. 81 und 82.

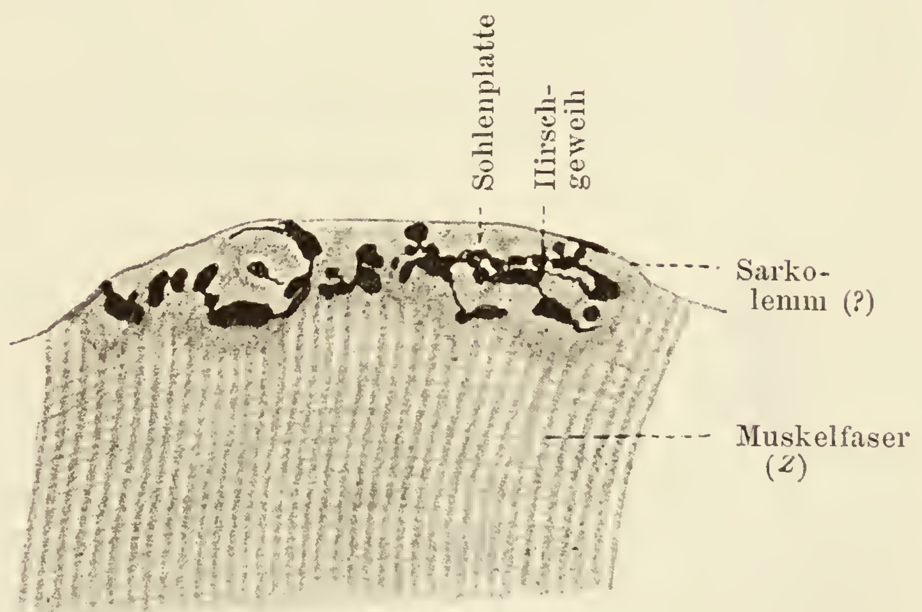


Fig. 83.

Motorische Endplatten der quergestreiften willkürlichen Muskeln.

Fig. 79 von *Pseudopus Pallasii*, 160mal vergr. Fig. 80 von *Lacerta viridis*, 160mal vergr. Fig. 81 und 82 vom Meerschweinchen, 700mal vergr. Fig. 83 vom Igel, 1200mal vergr. In Folge der Behandlung (T. 182. 1) ist das „Hirschgeweih“ stark geschrumpft und z. Th. in seiner Kontinuität unterbrochen. In Fig. 79 und 80 ist die Endplatte bedeutend grösser als in 81 und 82. In Fig. 79 steht sie in Beziehung zu 2 Nervenästchen. Fig. 83 stellt einen Schnitt durch eine Endplatte dar. Letztere ist nach aussen durch eine Linie scharf abgegrenzt, welche sich auch bis auf die Muskelfaser selbst verfolgen lässt. Ob man in diesem Falle mit dem Sarkolemm zu thun hat, bleibt fraglich.

Die am meisten umstrittene und theoretisch wichtige Frage betrifft das Verhalten des Sarkolemms gegenüber der Endplatte (vergl. die Untersuchungen von Kühne **86**, W. Krause **80**, **84**, Kölliker **89**).

An der Uebergangsstelle des Muskels in die Sehne pflegen eigenthümliche Nervenendorgane, die muskulotendinösen Körperchen Golgi's vorzukommen; Telodendrien von einer oder mehreren Fasern bilden zusammen ein spindelförmiges Organ. Sie sind in der oberen und unteren Extremität des Menschen aufgefunden worden, nicht aber in den Augenmuskeln. Auch an der Oberfläche der Sehnen findet man sensible Nervenendigungen von knäuel- und keulenförmiger Gestalt, welche in ihrer Beschaffenheit und Form an die Konjunktival- und Pacini'schen Körperchen erinnern, Sehnen-Gelenkkörperchen.

Ueber die motorischen Enden der Nerven in den glatten und in den Herzmuskelzellen sind die Kenntnisse noch unvollständig. Es ist aber sicher, dass eine Nervenfaser mehrere Muskelzellen innervirt, derart, dass zu einer Zelle nur ein Aestchen des Telodendrions herantritt, hier anschwillt und mit seiner Anschwellung die Zelle tangirt.

Die Beziehungen der Sohlenplatte und des Hirschgeweihes zu der quergestreiften Substanz des Muskels sind nicht näher studirt, und man könnte höchstens den allmählichen Uebergang der Substanz der Sohlenplatte in die des Sarkoplasmas statuiren. An den Endplatten der Arthropoden fehlt ein Hirschgeweih, die Fibrillen fahren innerhalb des Nervenhügels auseinander und verbreiten sich innerhalb einer grossen Strecke der Muskelfaser so, dass je eine Fibrille mit je einer Scheibe Z in Berührung zu kommen scheint. Da eine jede Muskelfaser dieser Thiere eine grosse Anzahl von nahe aneinander gelegenen Nervenhügeln aufweist, so macht es den Eindruck, als ob sämmtliche Zwischenscheiben Z der ganzen Muskelfaser mit Nervenfibrillen in Verbindung ständen (Foettinger).

Untersuchungsmethoden für Nervengewebe.

173. Frische markhaltige Nervenfasern, in einer indifferenten Flüssigkeit zerfasert (s. T. 13), zeigen den eigenthümlichen Glanz der Markscheide, die Ranvier'schen Einschnürungen, das Neurilemm und dessen Kerne; auch die Lanterman'schen Segmente sind zu beobachten. An den durchschnittenen Faserenden sieht man die typischen Formen der Gerinnung des Nervenmarkes, die Myelintropfen. Alle diese Gebilde der Faser lassen sich ebenfalls mit einer 1 %igen Osmiumsäure darstellen. Hierfür wird ein nicht zu dicker Nerv in natürlicher Spannung auf ca. 24 Stunden in eine 1 %ige wässerige Osmiumsäure gebracht, dann wenige Stunden mit destillirtem Wasser gewaschen, um schliesslich in absoluten Alkohol übertragen zu werden. Nach geschehener Entwässerung werden kleinere Stücke mit Nelkenöl aufgehellt und in demselben auf einem Objektträger der Länge nach gefasert. Die Markscheide erscheint schwarz und verdeckt ebenso wie im frischen Zustande den Achsenraum; die Einschnürungen erscheinen hell; die Schwann'sche Scheide ist mitunter als eine helle Membran sichtbar; der Kern der Faser pflegt als ein bräunliches, linsenförmiges Gebilde aufzutreten.

174. Die Ranvier'schen Einschnürungen kann man auch mit Höllensteinlösung zur Darstellung bringen, und zwar indem man entweder zu in destillirtem Wasser gezupften frischen Nervenfasern eine Spur einer 1 %igen Silbernitratlösung zusetzt, — es erscheinen sodann die Ranvier'schen Einschnürungen nach einiger Zeit als kleine Kreuze — oder, wenn man ganze Nerven in einer 1/2 %igen wässerigen Silbernitratlösung für 24 Stunden einlegt, dieselben dann nach kurzem Waschen in Alkohol härtet und nach geschehenem Einbetten, etwa in Paraffin, der Länge nach schneidet. Unter der Einwirkung des Lichtes treten nach einiger Zeit in der Gegend der Einschnürungen die sogenannten Ranvier'schen Kreuze auf. Ihre Erscheinung wird in der Weise gedeutet, dass die Silbernitratlösung an den Ranvier'schen Einschnürungen zuerst eindringt, um dann durch Kapillarität sich eine Strecke weit in den Achsenstrang einzudringen. Nach der Reduktion des Silbers kommt die Kreuzfigur geschwärzt zum Vorschein. Bei der Versilberung der Nervenfasern treten im Längsschenkel des Kreuzes eigenthümliche quere Striche auf, die man als Frommann'sche Linien bezeichnet. Die Entstehung und Bedeutung derselben ist noch nicht genügend aufgeklärt.

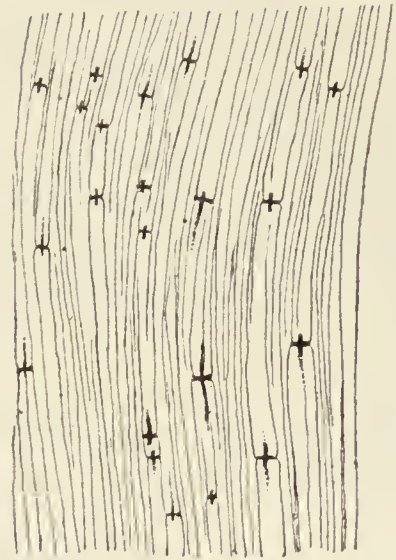


Fig. 84.
Ranvier'sche Kreuze aus dem N. ischiadicus des Kaninchens. 120mal vergr.
An einzelnen Fasern sieht man auch die Frommann'schen Linien. Technik Nr. 174.

175. Die Darstellung des Hauptbestandtheiles der Nervenfaser, des Achsenstranges mit seinen Fibrillen, ist mit Schwierigkeiten verbunden und erfordert mitunter Geduld: ein möglichst geradgestreckter dünner Nerv wird 4 Stunden lang mit 1/2 %iger Osmiumsäurelösung fixirt, ebensolange mit Wasser ausgewaschen und dann mit 90 %igem Alkohol 24 Stunden lang behandelt. Nun wird mit einer gesättigten wässerigen Fuchsin-S.-Lösung 24 Stunden gefärbt und auf drei Tage in absoluten Alkohol übertragen. Darauf wird der Nerv in einer möglichst raschen Aufeinanderfolge durch Toluol, Toluol-Paraffin in Paraffin gebracht, eingebettet und, worauf es namentlich ankommt, sehr gut orientirt und sehr dünn geschnitten. An Längsschnitten sieht man dann im Achsenraume gleichmässig vertheilte, fast gleich dicke und der Hauptsache nach parallel der Längsachse der Nervenfaser verlaufende, roth gefärbte Fibrillen, im ungefärbten Neuroplasma liegen. Auf Querschnitten treten die Achsenfibrillen als gleichmässig vertheilte Punkte in Erscheinung. Es muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Fibrillenfärbung nicht in allen Fällen gleich deutlich ausfällt (Kupffer **83. 2**, vergl. auch Jacobi und Joseph).

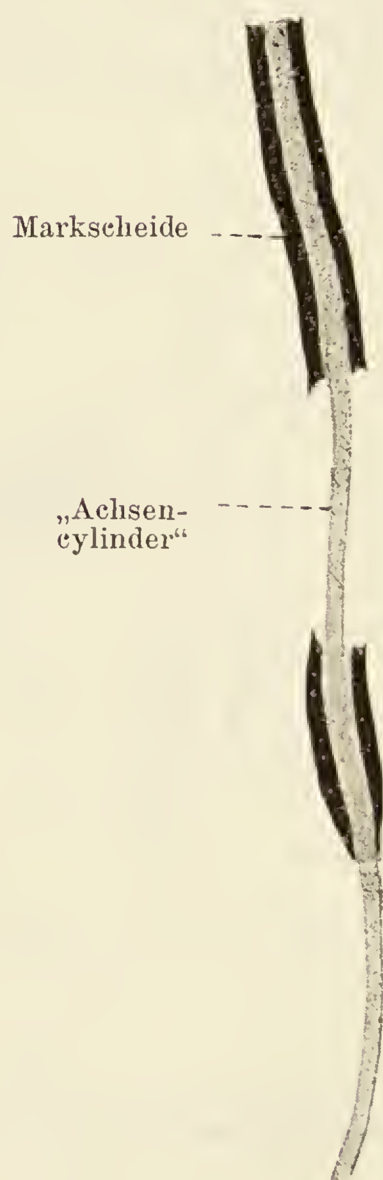


Fig. 85.
Markhaltige Nervenfaser aus dem N. ischiadicus des Frosches. An zwei Stellen ist die Markscheide durch das Zupfen abgestreift worden; man sieht hier den „nackten Achsencylinder". 212mal vergr. Technik N. 176.

176. Bei einer weniger sorgfältigen Behandlung der Faser erscheinen die Fibrillen mit dem Neuroplasma zu einem „Achsencylinder“ der Autoren zusammengebacken. Da der letztere durch Schrumpfung des Inhaltes des Achsenraumes entsteht, so ist es begreiflich, dass er bei der Einwirkung eines Reagens weniger dick als bei der eines anderen erscheint. Die dünnsten Achsencylinder erzeugen Chromsäure und ihre Salze; etwas dickere sieht man an mit Alkohol fixirten Nervenfasern. Von allen diesen Erscheinungen überzeugt man sich am leichtesten an Querschnitten, an welchen der Achsencylinder einmal als ein Punkt, das andere Mal in Gestalt einer Sternfigur erscheint. Letztere Figuren entstehen durch Druck, den die zu unregelmässigen Stücken geronnene Markscheide auf den schrumpfenden Achsenstrang ausübt.

Da die Markscheide an solchen Präparaten an vielen Stellen abbröckelt, so kann man durch Zupfen nicht selten grössere Strecken des „Achsencylinders“ isoliren (Fig. 85).

177. Behandelt man frisch gezupfte Fasern mit Eisessig, so quillt der Achsencylinder aus den Enden der Fasern gleichsam hervor und erscheint bei dieser Behandlung nicht gleichmässig, sondern fein längsgestrichelt (Kölliker **93**). Die Gebilde des Achsenraumes lösen sich in 1 ⁰/₀₀iger Salzsäure, sowie auch in einer 10 ⁰/₀igen Kochsalzlösung (Halliburton).

178. Als Isolationsmethode für Ganglienzellen braucht man ¹/₃ Alkohol, ¹/₂ bis 1 ¹/₀₀ Chromsäure, 1 ⁰/₀ Kalium-bichromicumlösung. Ganglienzellen enthaltende Stellen des Rückenmarkes oder Gehirns werden mit wenig einer der eben erwähnten Flüssigkeiten 1—2 Wochen behandelt. Nach dieser Frist können die Stücke gezupft, die dabei isolirten Ganglienzellen auf dem Objektträger gefärbt und in Glycerin eingeschlossen werden. Man kann aber auch durch Einstich in die ganglienzellenhaltige Region der Centralorgane eine 1⁰/₀ Osmiumsäurelösung oder ¹/₃ Alkohol injiziren und auf diese Weise die Elemente loco fixiren. Die so behandelte Stelle wird herausgeschnitten und gezupft.

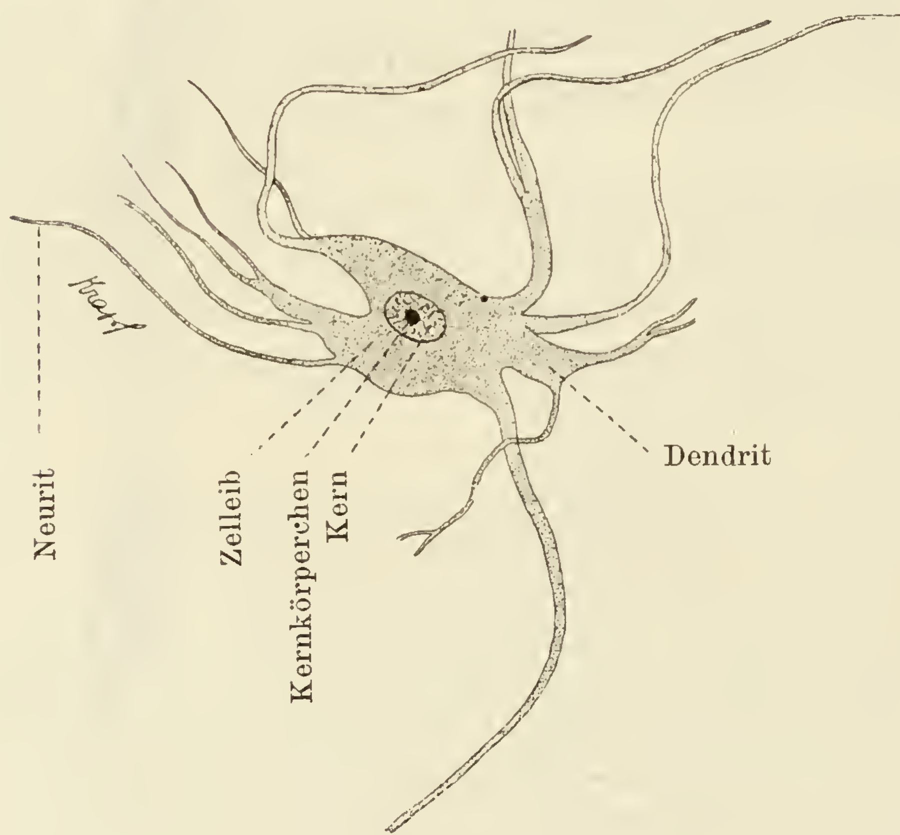


Fig. 86.
Eine Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarkes des Kalbes. Zupfpräparat. 140mal vergr. Technik Nr. 178.
Bei dieser Methode bleiben nur die allergröbsten Verzweigungen der Dendriten enthalten. Die Uebrigen reissen ab.

An in Alkohol fixirten Präparaten, welche in Thionin gefärbt wurden, oder an in Sublimat behandelten mit nachträglicher Hämatoxylinfärbung sieht man in den Ganglienzellen chromatophile Körper (vergl. p. 103).

179. Die marklosen oder Remak'schen Fasern werden durch Zupfen eines mit Osmiumsäure behandelten Sympathicus- oder besser eines Vagusstückes gewonnen. Zwischen den markhaltigen geschwärzten Fasern des

Vagus sind zahlreiche ungeschwärzte Remak'sche Fasern vorhanden. Die Fasern des N. olfactorius werden mit Osmiumsäure nur gebräunt.

180. Für die Darstellung der motorischen Nervenenden im Muskel wähle man kurze Muskeln (Augenmuskeln) und behandle die frischen Objekte zunächst etwa mit einer 1 %igen Essigsäure. In der letzten Zeit haben auch Injektionen von einer Methylenblaulösung (in Kochsalz) zur Erforschung dieser Organe gedient (Ehrlich). (Vergl. Untersuchungsmethoden für Centralnervensystem.)

181. Ferner kommen hier auch die heute noch gebräuchlichen, zuerst von Cohnheim (67. 2) für Hornhautnerven angegebenen Goldmethoden zur Anwendung: kleinere Stücke des Muskels kommen in eine ½ %ige, mit einer Spur Essigsäure angesäuerten Goldchloridlösung, bis sie gelb werden (einige Minuten bis ½ Stunde). Dann werden sie mit dest. Wasser flüchtig abgespült und in mit Essigsäure wenig angesäuertem Wasser im Dunkeln stehen gelassen. In der Regel verändern die Stücke hierbei die Farbe, werden gelb-grau, grauviolett, roth, wofür unter Umständen 1—3 Tage nöthig sind. Die günstigsten Stellen sucht man in den Nüancen von violett zu roth.

182. Diese Vorschrift hat zahllose Modifikationen erfahren; die gebräuchlichsten hiervon sind 1. die Methode von Löwit: kleine Stückchen kommen in eine Ameisensäure 1, dest. Wasser 2 Vol. bis sie darin durchsichtig werden (Minuten). Dann werden sie in eine 1 %ige Goldchloridlösung übertragen, worin sie gelb werden (¼ Stunde). Nun kommen sie wieder in Ameisensäure, in welcher sie ebensolche Farbeveränderungen erfahren wie oben. Schliesslich werden sie ausgewaschen und gezupft, oder mit Alkohol nachbehandelt und geschnitten. 2. Kühne (**86**) säuert (speziell für Muskel) mit ½ %iger Ameisensäure vor, behandelt dann die Objekte mit einer 1 %igen Goldchloridlösung und reduzirt das Gold mit einer 20—25 %igen in Wasser und Glycerin zu gleichen Theilen gelösten Ameisensäure. 3. Ranvier (**89**) säuert mit frischem durch Flanell filtrirten Citronensaft, behandelt dann mit einer 1 %igen Goldchloridlösung (¼ Stunde und darüber) und lässt entweder in mit Essigsäure angesäuertem Wasser (1 Tropfen auf 30 ccm Wasser) 1—2 Tage im Lichte nachdunkeln, oder in Ameisensäure 1. Wasser 2 Vol. wie Löwit im Dunkeln reduziren. 4. Gerlach verwendet Goldchloridkalium auch in schwächeren Konzentrationen als in 1 %iger Lösung, verfährt im übrigen analog wie Cohnheim. 5. Golgi (**94**) gebraucht ebenfalls Goldchloridkalium, säuert aber mit einer ½ %igen Arsensäure vor und lässt in einer 1 %igen Arsensäure im Sonnenlichte reduziren.

183. Zur Darstellung der Nervenenden in den quergestreiften Muskeln empfiehlt Gad die Methode von Chr. Sihler: Muskelbündel in der Dicke eines Gänsekieles werden auf etwa 18 St. in 1. gewöhnl. Essigsäure (Ph. g.) —1, Glycerin —1 und Chloralhydratlösung (1 % wässerig) —6 Vol. eingelegt, in reinem Glycerin weiter gezupft und dann in die Färbeflüssigkeit. 2. Ehrlich'sches Hämatoxylin —1, Glycerin —1, Chloralhydratlösung 1 % —6 Vol. übertragen, worin die Stücke 3—10 Tage verweilen. Die Stücke werden nun in Essigsäure Glycerin (Lösung 1) eingelegt, worin die Farbe differenzirt wird und zwar so, dass die Nerven und Nervenenden an den Muskeln und Gefässen intensiv tingirt werden, das Uebrige hell erscheint. Aus der Farbe 2 kann man die Stückchen in reinem Glycerin aufheben und erst später mit Essigsäure (Lösung 1) behandeln.

Am leichtesten gelingen alle diese Methoden bei Reptilien und Säugern, schwieriger bei den übrigen Wirbelthierklassen.

Die Vergoldung der Nervenendigungen in den glatten und den Herzmuskeln liefert weniger sichere Resultate. Zu besseren führt Golgi's Chromsilbermethode (s. Untersuchungsmethoden für Centralnervensystem).

Spezieller Theil.

I. Blut und blutbildende Organe.

A. Blut und Lymphe.

1. Allgemeines über Blutbildung.

In einem bestimmten Bezirke der Embryonalanlage und namentlich in dem, den man als Area vasculosa bezeichnet, entstehen schon früh dichte Anhäufungen von Zellen, welche in Beziehung zur Blutbildung stehen. Untersucht man diese „Blutinseln" bei Embryonen gewissen Alters, so sieht man innerhalb derselben frei liegende Zellen, die offenbar Abkömmlinge der centralen Zellen der Inseln sind. Diese Zellen sind die ersten Blutzellen des Embryos, während die noch im Zusammenhang stehenden, die Umhüllung der centralen Zellen bildenden Elemente die primitive Gefässwandung herstellen.

Die so gebildeten Blutzellen kommen in der Weise in den Blutkreislauf, dass die benachbarten Blutinseln miteinander konfluiren und auf diese Weise Blutbahnen bilden, welche später in einer bestimmten Weise mit den grossen Centralgefässen in Verbindung treten.

Die Herkunft dieser Blutinseln ist bisher noch ein strittiger Punkt. Während einige Autoren dieselben aus dem mittleren Keimblatte hergeleitet wissen wollten (P. Mayer 87, **93**, K. Ziegler, van der Stricht **92**), haben sich andere für eine entodermale Entstehung dieser Gebilde erklärt (Kupffer 78, Gensch, z. Th. Rückert 88, C. K. Hoffmann **93. 1**, **93. 2**, Mehnert **96**).

Zu einer gewissen Zeit besteht das embryonale Blut lediglich aus rothen kernhaltigen Zellen, welche sich im Kreislaufe durch indirekte Theilung intensiv vermehren. Erst später gesellen sich farblose, sog. weisse Blutzellen hinzu, deren erste Entwickelung bislang noch nicht näher bekannt geworden ist. Es sind möglicherweise ebenfalls Elemente der Blutinseln, welche aber keinen Blutfarbstoff gebildet haben.

In der späteren Embryonalzeit tritt die Leber als blutbildendes Organ auf, und zwar betheiligt sie sich, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, nicht direkt an der Blutbildung, sondern liefert nur eine Stätte, in welcher sich die Blutkörperchen im hier langsamer fliessenden Blute rasch vermehren. Hierzu scheinen blind endigende Ausbuchtungen der venösen Gefässkapillaren ganz besonders geeignet zu sein; in ihnen stagnirt das Blut, und gerade hier beobachtet man in den Blutzellen die meisten Mitosen. Die neu entstandenen Elemente werden schliesslich von der Blutwelle fortgerissen und gelangen in den Kreislauf (van der Stricht **92**, v. Kostanecki **92. 3**).

Erwähnt muss noch werden, dass manche Forscher die Ansicht vertreten, dass rothe Blutzellen auf einem ganz anderen Wege in der Leber entstehen, nämlich innerhalb von mehrkernigen, grossen sogenannten Riesenzellen. Diese letzteren leiten sie entweder von Zellen der Gefässkapillaren oder von den Leberzellen selbst ab. (Kuborn, M. Schmidt.)

Schon im fötalen Leben und namentlich beim erwachsenen Menschen kommen noch als blutbildende Organe, für die rothen Blutzellen das rothe Knochenmark und die Milz, für die weissen Blutzellen die Lymphdrüsen und die Milz in Betracht — Verhältnisse, welche später berücksichtigt werden.

Zu den rothen Blutzellen, welche bis zu einem gewissen Alter der menschlichen Embryonen ausschliesslich als kernhaltige Gebilde angetroffen werden, gesellen sich später kernlose Blutkörperchen hinzu. Die Anzahl der letzteren nimmt zu, bis schliesslich im Blute des Neugeborenen fast ausschliesslich kernlose rothe Blutscheiben angetroffen werden.

Das Blut des erwachsenen Menschen besteht 1. aus einer flüssigen, gerinnbaren, klaren Substanz, dem Blutplasma und 2. aus im Plasma suspendirten geformten Elementen. Die letzteren sind: a) rothe Blutkörperchen (Erythrocyten), b) weisse Blutkörperchen (Leukocyten) und c) Blutplättchen von Bizzozero **82**, Hayem.

(Ausserdem kommen Fettpartikelchen und wie neuerdings H. F. Müller **96** nachgewiesen hat, Hämokonien konstant im Blute vor.)

2. Rothe Blutkörperchen.

Die meisten rothen Blutkörperchen (Erythrocyten) des Erwachsenen sind kreisförmige, kernlose Scheiben, welche in ihrer Mitte dünner sind als an ihrer Peripherie; stellt man sie auf die Kante, so gewähren sie im optischen Durchschnitt eine Bisquitform, woraus erhellt, dass sie an ihren beiden Flächen Depressionen haben, welche man als Dellen der Blutscheibe bezeichnet. Die Oberfläche der Erythrocyten ist völlig glatt; sie sind sehr durchsichtig, von einer schwach gelblichen Farbe und äusserst elastisch. Es ist bisher mit keinen Mitteln gelungen, einen Kern bei ihnen nachzuweisen und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die

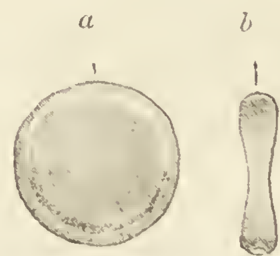


Fig. 87. Rothe Blutkörperchen des Menschen. 1500mal vergr. *a* von der Fläche, *b* von der Kante aus gesehen

rothen Blutscheiben des erwachsenen Menschen und der Säugethiere eines im histologischen Sinne differenzirten Kernes entbehren (vergl. jedoch Lavdowsky, Arnold **96**). Es sind in einer bestimmten Weise modifizirte Zellen.

Ueberlässt man ein Blutpräparat für eine Zeit lang sich selbst, so legen sich die Blutscheiben mit ihren breiten Flächen einander an. Hierbei gruppiren sie sich zu „Geldrollen", welche sich auch verzweigen können.



Fig. 88.
Zu sogenannten „Geldrollen" gruppirte rothe Blutscheiben des Menschen. 1500mal vergrössert.

Den klaren und durchsichtigen Inhalt der Blutkörperchen kann man mit Hilfe bestimmter Reagentien in zwei Substanzen zerlegen: in einen ausziehbaren Farbstoff, Blutpigment, Hämoglobin, und in eine farblose, färbbare, unter verschiedenen Formen sich präsentirende Substanz, das Stroma (Protoplasma der Zelle). Man wird sich also vorstellen müssen, dass das Stroma das Hämoglobin in gelöstem Zustande beherbergt. Mit mehr Schwierigkeiten verbunden ist die Beantwortung der Frage, ob die Erythrocyten eine Membran besitzen oder nicht. Diese Frage lässt sich mit Wahrscheinlichkeit bejahen (Lavdowsky).

Ausser den scheibenförmigen rothen Blutzellen finden sich, auch an den bestkonservirten Präparaten, in einer variablen, aber immer geringen Zahl, kleinere, kugelige, hämoglobinhaltige, kernlose Zellen, auf welche man nur wenig geachtet hat.

M. Bethe giebt an, im Blute des Menschen und der Säugethiere seien nebeneinander Blutkörperchen von verschiedener Grösse und in bestimmten Zahlenverhältnissen vorhanden: „Theilt man sie nach ihrer Grösse ein und berechnet den Prozentsatz jeder Kategorie, so ergiebt sich graphisch eine Kurve, die annähernd konstant bleibt und nach der Species verschieden ist." Man kann daher, wie M. Bethe meint, an Trockenpräparaten Menschen- und Thierblut mit Sicherheit von einander unterscheiden, mit alleiniger Ausnahme des Blutes vom Meerschweinchen, weil dasselbe die gleiche Kurve, wie beim Menschen zeigt.

Aehnlich wie die rothen Blutzellen des Menschen sind auch diejenigen der Säugethiere gebaut, nur die des Lama und des Kameels besitzen die Gestalt von in der Richtung einer kurzen Achse abgeplatteten Ellipsoids, entbehren aber des Kernes auch.

Wir haben bereits erwähnt, dass die embryonalen rothen Blutkörperchen kernhaltig sind; es fragt sich nun, wie sie in ihrer weiteren Entwickelung kernlos werden. Es ist klar, dass hier drei Möglichkeiten vorliegen: 1. Entweder gehen die embryonalen Blutzellen zu Grunde und es entstehen neue, von vornherein kernlose Elemente, die jene nach und nach ersetzen, oder 2. es bilden sich die kernlosen rothen Zellen aus den kernhaltigen, indem sich der Kern gleichsam auflöst, d. h. sich dem Auge des Beobachters als solcher entzieht, Arnold **96**, oder endlich 3. er wird aus der ursprünglich kernhaltigen Zelle ausgestossen. Die dritte Möglichkeit ist höchst wahrscheinlich diejenige, welche dem thatsächlichen Vorgange entspricht.

Bei sämmtlichen Wirbelthierklassen, ausser den Säugethieren, sind die rothen Blutkörperchen kernhaltig. Es sind elliptische Scheiben, deren central gelegene Partie nach beiden Seiten, entsprechend der Lage des Kernes, hervorgebuchtet erscheint. Ein gutes Objekt bieten schon ihrer Grösse wegen, die Blutkörperchen der Amphibien, z. B. die des Frosches. Der Kern derselben ist länglich und enthält in der Regel sehr grobe, dichtgedrängte chromatische Gerüste, welche denselben fast homogen erscheinen lassen.

Der Zellkörper lässt sich in ähnlicher Weise wie bei den Säugethieren in Stroma und Hämoglobin zerlegen. Bei der Einwirkung verschiedener



Fig. 89.
Rothe Blutkörperchen verschiedener Wirbelthiere bei 1000facher Vergrösserung (Welker's Modelle).

a von *Proteus* (Olm), *b* vom Frosch, *c* von einer Eidechse, *d* von einem Sperling, *e* eines Kameels, *f* und *g* vom Menschen, *h* von Myoxus glis (Siebenschläfer), *i* einer Ziege, *k* eines Moschusthieres.

Reagentien erscheint der Umriss des Blutkörperchens sehr scharf und doppelt konturirt. Dieser letztere Umstand wäre aber noch kein Beweis für die Anwesenheit einer Membran. Allein eine Membran, wie neuere Untersucher dargethan haben, lässt sich im Ganzen oder stückweise isoliren. (Lavdowsky.) Aehnlich beschaffen sind die rothen Blutzellen der Vögel, Reptilien und Fische.

Die Durchmesser der rothen Scheiben sind bei den verschiedenen Wirbelthieren sehr verschieden, innerhalb einer Species aber konstant. Wir geben hier ihre Grösse und Zahl bei den bekanntesten Thieren und beim Menschen nach Rollet **71. 2** und M. Bethe an:

Homo 7,2—7,8 μ, Cercopithecus ruber 7 μ, Lepus cuniculus 7,16 μ, Cavia cobaya 7,48 μ, Canis familiaris 7,2 μ, Felis domestica 6,2 μ, Equus caballus 5,58 μ, Moschus javanicus 2,5 μ, Capra hispanica 4,25 μ, Fringilla

domestica Länge 11,9, Breite 6,8 μ, Columba livia L. 14,7, B. 6,5 μ, Gallus domesticus L. 12,1, B. 7,2 μ, Anas boschas L. 12,9, B. 8,0 μ, Testudo graeca L. 21,2, B. 12,45 μ, Lacerta agilis L. 15,75, B. 9,1 μ, Coluber natrix L. 22,0, B. 13,0 μ, Rana temporaria L. 22,3, B. 15,7 μ, Bufo vulgaris L. 21,8, B. 15,9 μ, Triton cristatus L. 29,3, B. 19,5 μ, Salamandra maculosa L. 37,8, B. 23,8 μ, Proteus anguineus L. 58, B. 35 μ, Acipenser sturio L. 13,4, B. 10,4 μ, Cyprinus Gobio L. 17,7, B. 10,1 μ.

Die Anzahl der rothen Blutkörperchen in einem cmm beträgt:

Homo 5 000 000, Cercopithecus ruber 6 355 000, Lepus cuniculus 6 410 000, Cavia cobaya 5 859 500, Canis familiaris 6 650 000, Felis domestica 9 900 000, Equus caballus 7 403 500, Capra hispanica 19 000 000, Columba livia 2 010 000, Testudo graeca 629 000, Lacerta agilis 1 292 000, Coluber natrix 829 400, Rana temporaria 393 200, Bufo vulgaris 389 000, Triton cristatus 103 000, Salamandra maculosa 80 000, Proteus anguineus 35 000.

3. Weisse Blutkörperchen und Lymphocyten.

Die sogenannten weissen Blutzellen sind farblose (hämoglobinlose), kernhaltige, sich unter Umständen amöboid bewegende Elemente. Die Formen der im normalen cirkulirenden Blute anwesenden farblosen Zellen sind sehr verschieden. Wir unterscheiden 1. einkernige kleine Lymphocyten, 2. einkernige grosse, 3. fein granulirte Leukocyten, welche entweder mehr- oder polymorphkernig sind, 4. Uebergangsformen von 2 zu 3 und 5. grobgranulirte Leukocyten (Max Schultze 65). Demnach zeigen die weissen Blutkörperchen eine grosse Mannigfaltigkeit in ihrer Beschaffenheit und Form; bald ist das Protoplasma hell, bald granulirt. Oefters enthält es Einschlüsse, die entweder zur Zelle selbst gehören oder in dieselbe aufgenommene Fremdkörper [Fett, Kernfragmente anderer, zu Grunde gegangener Zellen, Kohlentheilchen in der Lunge etc.] sind. Die Form des Kernes ist sehr variabel. An ihm wurden ebenfalls aktive Bewegungen konstatirt. Er kann polymorph werden, zeigt dann Einschnitte und Ausbuchtungen (gelappte Kerne), kann sogar

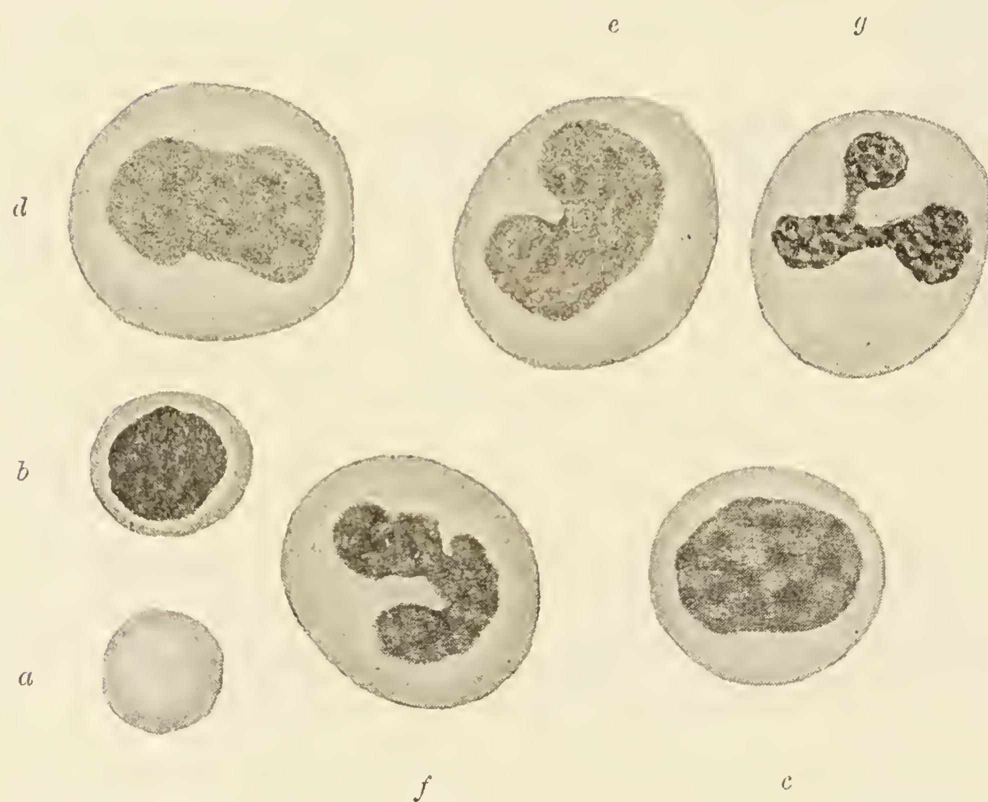


Fig. 90.
Aus dem normalen Blute des Menschen. 1200 mal vergr. (Nach Trockenpräparaten von H. F. Müller.)
a eine rothe Blutscheibe; *b* einkerniger kleiner Leukocyt; *c* einkerniger grosser Leukocyt; *g* polymorph-kerniger Leukocyt; *d*, *e* und *f* Uebergangsformen von *c* zu *g*.

ringförmig mit einem central gelegenen durchgehenden Loche versehen sein (Lochkerne). Solche Kerne wurden einem schlaffen Sack, dessen Wandung zu gross für den Inhalt ist, verglichen. Hierdurch ist dem Kerne die Möglichkeit gegeben, sich jeder Gestalt der Zelle leicht anzupassen, wobei er allerdings seine Form wesentlich verändern muss (Dekhuyzen). Diese Polymorphie des Leukocytenkernes hat manchen Forschern die Veranlassung gegeben, eine direkte Theilung [Fragmentirung (Arnold, Löwit)] bei diesen Kernen anzunehmen. Indessen ist es Flemming **91. 3** gelungen, auch hier echte mitotische Prozesse nachzuweisen, so dass in dieser Hinsicht keine Unterschiede zwischen den Leukocyten und den übrigen Zellen bestehen (vergl. auch H. F. Müller **89, 91**).

Nur bei der Bildung der mehrkernigen Leukocyten scheint der polymorphe Kern in manchen Fällen einfach durch Zerklüftung sich in mehrere Stücke zu theilen, aber auch hier wurden pluripolare Mitosen beobachtet. Eine der Kerntheilung nachfolgende Theilung des Zellenleibes bleibt bei den erwähnten Prozessen aus, so dass in diesen Fällen eine Zelle mit mehreren Kernen gebildet wird (Polykaryocyten), deren weitere Schicksale noch nicht festgestellt sind. Vielleicht gehen solche Zellen nach Vollführung gewisser Aufgaben einfach zu Grunde.

Die Leukocyten mit polymorphen Kernen sind im Blute sehr zahlreich vertreten; sie machen ungefähr 70 % der Gesammtzahl der weissen Blutzellen aus. Sie sind es auch, welche auf einen heizbaren Objekttisch gebracht, die lebhaftesten amöboiden Bewegungen vollführen.

Einige Forscher haben es versucht, die verschiedenen Formen der Leukocyten in bestimmte Gruppen zusammenzufassen, wobei eine der Eigenschaften der Leukocyten in den Vordergrund gestellt wurde. So bezieht sich Ehrlich bei seiner Klassifikation auf das Vermögen der in den Leukocyten enthaltenen Granula, sich mit gewissen Farbstoffen spezifisch zu färben. Demgemäss theilt er die Granulationen in fünf Kategorien ein, welche er mit α, β, γ, δ und ε benennt. Die α-Granulationen werden auch als acidophile, die β als amphophile, γ und δ als basophile und ε als neutrophile bezeichnet (Näheres in der Technik). Die 5. Kategorie von Max Schultze (s. oben) enthält die α-Granula, die beiden ersten δ-Granulationen und die vierte die ε-Granulationen; zu den letzteren gehören auch die Granulationen der Eiterkörperchen.

Nach der Beschaffenheit des Protoplasmas theilt v. d. Stricht **92** die Leukocyten in zwei grosse Abtheilungen ein: in solche mit hellem und in solche mit dunklem, kompaktem Protoplasma. Jede der mannigfaltigen Formen der Leukocyten lässt sich dann entweder in die eine oder in die andere Abtheilung einfügen.

Alle diese Klassifikationen leiden daran, dass sie für die Mannigfaltigkeit der Zellenformen unzureichend sind; es existiren Zwischenformen, deren Stellung im System zweifelhaft bleibt, welche zugleich darauf hindeuten, dass alle Leukocyten zu einer einzigen natürlichen Familie von Zellen gehören und höchstwahrscheinlich von einer gemeinsamen indifferenten Zellenform abstammen, deren Abkömmlinge je nach ihrer Bestimmung spezifische Charaktere erlangen.

Die ausserordentliche Beweglichkeit, über welche die meisten Leukocyten verfügen, trägt viel zu ihrer grossen Verbreitung auch ausserhalb des Gefässsystems bei. Sie vermögen durch die Gefässwand feiner Kapillaren durchzukriechen (Diapedesis Cohnheim **67. 1**), sich in den feinsten Bindegewebsspalten, zwischen Zellen von Epithelien etc. aufzuhalten, um dann ihre Wanderung entweder weiter fortzusetzen (Wanderzellen), oder für einige Zeit, was namentlich in den Bindegewebsspalten geschieht, sesshaft zu werden.

Eine wichtige Rolle fällt den Leukocyten zu, wenn sie bestimmt sind, überflüssig gewordene Theile zu resorbiren, oder aus bestimmten Körpertheilen die etwa vorhandenen Fremdkörper zu entfernen. Im ersteren Falle wirken sie auflösend auf die Gewebe, nagen sie an (Osteoklasten, Chondroklasten); im zweiten Falle nehmen sie die zu entfernenden Körper in ihren Pseudopodien auf, um sie entweder zu assimiliren oder weiter zu schleppen (Phagocyten, vergl. p. 33). Begreiflicher Weise kann die letzterwähnte Thätigkeit der Leukocyten bei gewissen degenerativen und pathologischen Prozessen von grösster Bedeutung werden.

Im postembryonalen Leben entstehen die Leukocyten in den Maschen des adenoiden Gewebes der Lymphdrüsen (siehe diese) und Lymphdrüsen ähnlichen Organe, in den sogenannten Flemming'schen Keimcentren. Hier gehen in diesen Zellen lebhafte mitotische Theilungen vor sich. Allein darüber, woher diese hier befindlichen Leukocyten stammen, sind die Ansichten noch verschieden. Manche Forscher glauben, dass sie mit der Lymphe in die Keimcentren gelangen und hier einen geeigneten Ort zu ihrer Vermehrung finden. Andere wiederum sehen in den Flemming'schen Keimcentren permanente Organe, deren Elemente an Ort und Stelle bleiben und ununterbrochen dem Blute neues Material an Leukocyten liefern. — Mag man nun die vorliegenden Befunde nach dieser oder jener Richtung deuten, die Thatsache, dass die Keimcentren die wichtigste Bildungsstätte für die Leukocyten sind, muss festgehalten werden. Von hier aus gelangen sie mit dem Lymphstrom in den Blutkreislauf und werden auf diese Weise ihren mannigfaltigen zukünftigen Schicksalen zugeführt.

Es mag hier noch eine im Bereiche der Möglichkeit liegende Entstehungsweise der Leukocyten erwähnt werden, nämlich durch Theilung von solchen Leukocyten, die in den Bindegewebsspalten sesshaft geworden sind. Die Theilungsprodukte können auch hier in den Lymphstrom und mit ihm in das cirkulirende Blut gelangen.

Bezüglich der Elemente des Lymphgefässsystems, der Lymphocyten, heben wir hervor, dass an diesen Zellen bislang noch keine mitotischen Kerntheilungserscheinungen beobachtet worden sind. Man kann daher mit v. d. Stricht **92, 93** annehmen, dass diese Zellen junge Bildungselemente sind, die sich als solche nicht theilen, sondern sich zuerst in Leukocyten umwandeln und erst dann sich zu vermehren anfangen. Sie finden sich, ausser im Lymphgefässsystem, spärlich auch im cirkulirenden Blute.

4. Blutplättchen und Blutplasma.

Das dritte Element des Blutes ist durch die Blutplättchen gegeben. Es sind ausserordentlich zarte und vergängliche Gebilde, deren Präexistenz im lebenden Blute von vielen Forschern lange Zeit angezweifelt wurde, deren Vorhandensein aber in den Flügelgefässen einer lebenden Fledermaus Bizzozero **84** nachgewiesen hat. Sie sind farblos (hämoglobinfrei), ca. 3 μ Durchmesser, rund und lassen sich durch Behandlung mit einer 10 $^0/_0$igen Kochsalzlösung in eine hyaline und körnige Substanz zerlegen. Ueber die Bedeutung dieser Gebilde kann man nur sagen, dass sie mit der Gerinnung des Blutes etwas zu thun haben. Ihre Zahl im Blute beträgt ungefähr 200 000 auf ein cmm, d. h. sie verhalten sich zu der Zahl der rothen wie 1—2500.

Die genetischen Beziehungen der Blutplättchen zu den anderen Elementen des Blutes sind noch nicht klargestellt. Hayem betrachtet sie als Hämatoblasten, andere Forscher dagegen leiten sie von zerfallenden Leukocyten, Arnold **96** u. A. neuerdings aus den Erythrocyten, ab.

H. F. Müller **96** fand im Blute gesunder und kranker Individuen in wechselnder Zahl, jedoch normal vorkommend, eigenthümliche, meist 1 μ grosse, stark lichtbrechende, farblose runde, seltener stäbchenförmige Körperchen, die er als Hämokonien bezeichnet. Ihre Natur und Herkunft sind dunkel. Sie lösen sich in Essigsäure nicht, auch ruft Osmium keine Schwärzung bei ihnen hervor. Letzteres Verhalten spricht gegen ihre Fettnatur, es müsste denn sein, dass sie aus einer anders beschaffenen Fettsubstanz bestehen.

Der flüssige Bestandtheil des Blutes, das Blutplasma, gerinnt beim Austritt des Blutes aus den Gefässen, unter gewissen abnormen Verhältnissen aber auch innerhalb der Gefässe. Bei der Gerinnung entsteht ein unlöslicher Eiweisskörper, das Fibrin oder Faserstoff, während die farblosen Blutelemente zerfallen (Alexander Schmidt).

5. Verhalten der Blutzellen im strömenden Blute.

Im cirkulirenden Blute verhalten sich seine geformten Bestandtheile verschieden: der rascher fliessende axiale Blutstrom enthält fast ausschliesslich Erythrocyten; ihre Anzahl ist also in der Achse des Gefässes viel grösser als in der Nähe der Wandung. Im Wandstrom selbst prävaliren die Leukocyten. Bei verlangsamtem Strom sieht man die letzteren der Wandung entlang rollen. An den Bifurkationen der Gefässe, namentlich der Kapillaren, bleiben die Erythrocyten nicht selten hängen und werden in Folge des sich theilenden Stromes sehr stark gedehnt: die eine Hälfte der Zelle ragt dann in das eine Theilungsgefäss, die andere in das andere und das Körperchen schwankt hin und her. Wird dasselbe wieder flott, so nimmt es sofort die ursprüngliche Gestalt an. Daraus ersieht man, dass die Erythrocyten sehr elastische Gebilde sind. In kleineren Gefässen und namentlich in den Kapillaren und besonders ausgeprägt unter pathologischen Zuständen, kann man

häufig die Leukocyten aus den Gefässen auswandern sehen, und hierbei scheint es, dass der Leukocyt an jeder beliebigen Stelle, auch durch die Epithelzelle der Gefässwand selbst durchzutretenvermag. (Vergl. auch Kolossow **93**.) Zunächst wird ein feiner Fortsatz ausgesandt, der wahrscheinlich durch seine auflösende Wirkung die Wand des Gefässes durchbohrt und die übrige Zelle bei stetem Vordringen langsam nach sich zieht.

[Speziell über Blut siehe Hayem und die zusammenfassenden Referate von Oppel **92** und H. F. Müller **92**.]

B. Lymphoides Gewebe, Lymphknoten und Lymphdrüsen.

Ueber die Entstehung des lymphoiden Gewebes, der Lymphdrüsen (Lymphoglandulae) und der Milz, ist noch keine völlige Uebereinstimmung bei den Autoren zu finden. Die meisten von ihnen nehmen an, dass diese

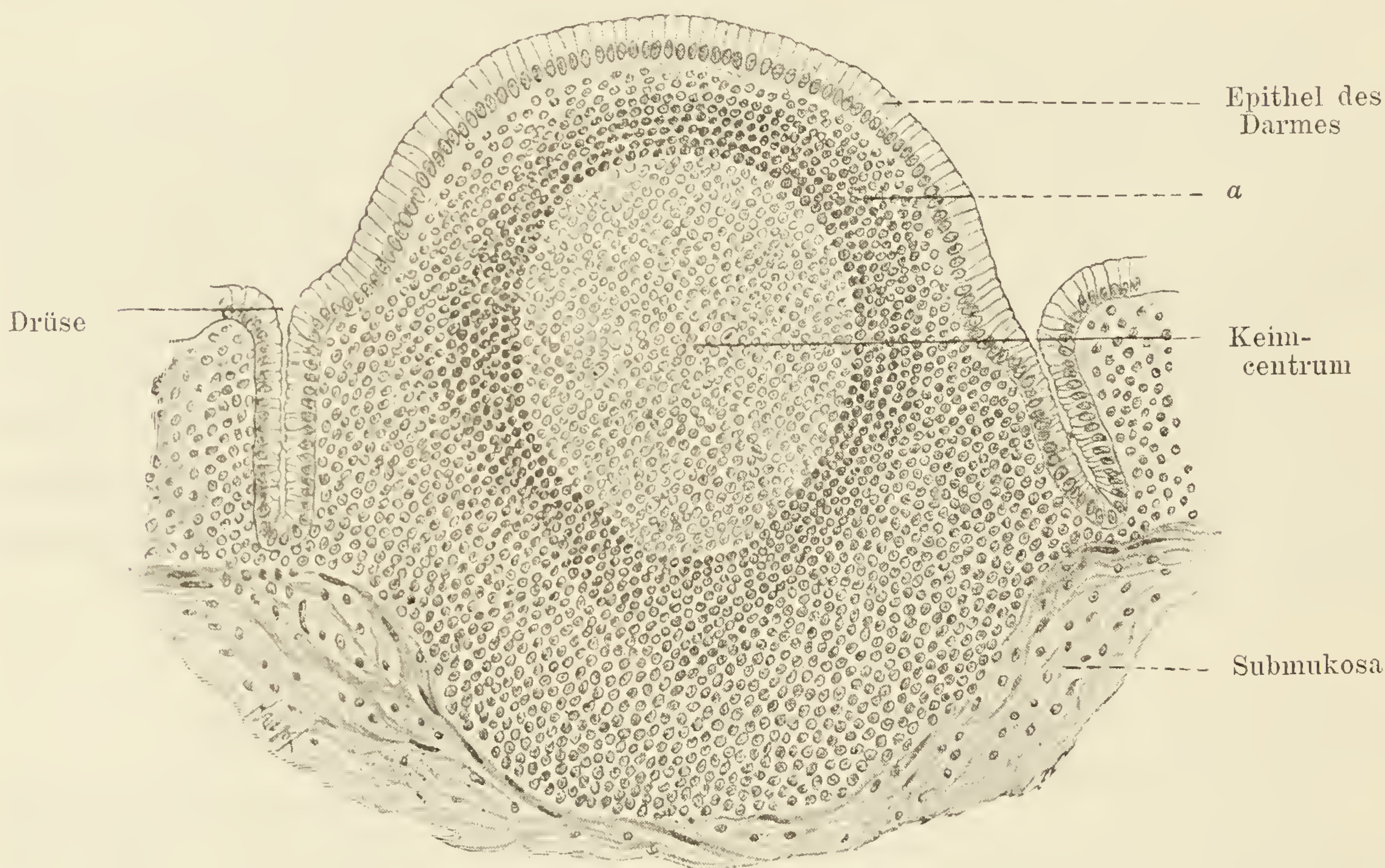


Fig. 91.
Ein solitärer Lymphknoten aus dem Dickdarm des Menschen.
Bei *a* eine ausgesprochen konzentrische Anordnung seiner Lymphzellen zeigend.

Bildungen aus dem mittleren Keimblatte entstehen (Stöhr **89**, Paneth, J. Schaffer **91**, Tomarkin). Andere Forscher leiten sie aus dem Entoderm (Maurer, Kupffer **92**, Retterer, Klaatsch, C. K. Hoffmann **93. 2**).

Als Grundlage des lymphoiden Gewebes tritt immer das retikuläre Bindegewebe auf (adenoides Bindegewebe, His **61**), ein feinmaschiges Netzwerk, das aus verzweigten Bindegewebszellen und Fasern besteht. In den Maschen des Netzes liegen die Lymphzellen in so dichter Anordnung, dass

sie bei der mikroskopischen Untersuchung das Netzwerk völlig verdecken, so dass es eigener Methoden bedarf, um letzteres zur Darstellung zu bringen. Solches Lymphgewebe kann man auch diffus, z. B. in der Schleimhaut der Luftwege, in der des Darmtraktus etc. auftreten sehen. (Ueber alles dieses vergl. Sauer **96**.)

Als nach aussen scharf abgegrenzt kommt das lymphoide Gewebe in Gestalt von runden Knötchen (Noduli lymphatici) vor, die entweder einzeln (Noduli lymphatici solitarii) oder zu Gruppen vereinigt (Noduli lymphatici aggregati), ebenfalls in der Schleimhaut des Darmes sehr verbreitet sind. Auch für die Lymphknoten sind Lymphzellen und retikuläres Gewebe die charakteristischen Bestandtheile. Im Allgemeinen sind die ersteren hier konzentrisch angeordnet; an der Peripherie und im Centrum des Knotens ist das retikuläre Gewebe in der Regel weitmaschiger und die Lymphzellen sind weniger dicht vertheilt (Fig. 91). Im Centrum des Knötchens finden sich sehr oft zahlreiche Mitosen der in den Maschen liegenden Zellen und es ist anzunehmen, dass hier eine lebhafte Proliferation vor sich geht, sei es nun, dass sie hierbei als Lymphzellen bestehen bleiben oder sich schon vor der Theilung in Mutterzellen der Leukocyten umgewandelt haben. Jedenfalls werden die neuentstandenen Zellen an die Peripherie des Knötchens geschoben; hier im weitmaschigen, retikulären Bindegewebe cirkulirt ein langsamer Lymphstrom, in welchen die neuentstandenen Zellen hineingerathen und dem Kreislauf zugeführt werden. Flemming **85. 2** nannte das die proliferirenden Zellen beherbergende Centrum des Knotens Keimcentrum oder Sekundärknötchen (vergl. p. 120). Die Keimcentren sind transitorische Bildungen und demnach nicht stets gleich gut entwickelt anzutreffen; sie können auch eine Zeit lang ganz fehlen.

Als komplizirter gebaute, aus lymphoidem Gewebe bestehende Organe sind die sogenannten Lymphdrüsen zu nennen, welche in den Verlauf der Lymphgefässe eingeschaltet und sehr verbreitet sind. Die Grösse und die Gestalt der Lymphdrüsen ist sehr variabel: meistens haben sie annähernd die Form einer Bohne oder Niere; der an einer Seite liegende Einschnitt wird als Hilus der Drüse bezeichnet. An der konvexen Seite des Organs treten die zuführenden Lymphgefässe ein, Vasa afferentia, während die abführenden, Vasa efferentia, am Hilus austreten. Die ganze Drüse ist von einer zweischichtigen Kapsel bekleidet: die äussere Schicht derselben besteht aus lockerem, die innere aus kompakterem Bindegewebe, dem sich wenige glatte Muskelfasern hinzugesellen. Diese innere Schicht sendet in die Drüse septenartige Fortsätze, die Trabekel, hinein, durch welche sie in eine Anzahl von Fächern zerlegt wird. Die lymphoide Substanz der Lymphdrüse ist nun derart angeordnet, dass an ihrer Peripherie, durch die erwähnten Trabekel von einander geschieden, zahlreiche Lymphknoten in dichter Anordnung liegen, gerade solche, wie wir sie vorhin als einzeln vorkommend beschrieben haben. Sie setzen eine periphere Schicht zusammen, die nur in

der Umgebung des Hilus nicht deutlich ausgeprägt ist; sie wird als Rindensubstanz (Substantia corticalis) bezeichnet (Fig. 92). Das lymphoide Gewebe der Rindensubstanz setzt sich in das Innere der Drüse in Gestalt von Strängen fort, Markstränge, Marksubstanz (Substantia medullaris), welche miteinander vielfach verbunden sind und auf diese Weise ein Maschenwerk von lymphoidem Gewebe herstellen, dessen Zwischenräume von den Trabekeln eingenommen werden. Follikel und Markstränge gehen an ihrer Oberfläche in weitmaschiges Lymphgewebe über, Lymphsinus der Lymphdrüse, das also 1. zwischen der Kapsel und der Rindensubstanz, 2. zwischen den Knoten der letzteren und den Trabekeln, 3. zwischen Marksträngen und den Trabekeln und 4. zwischen der Mark-

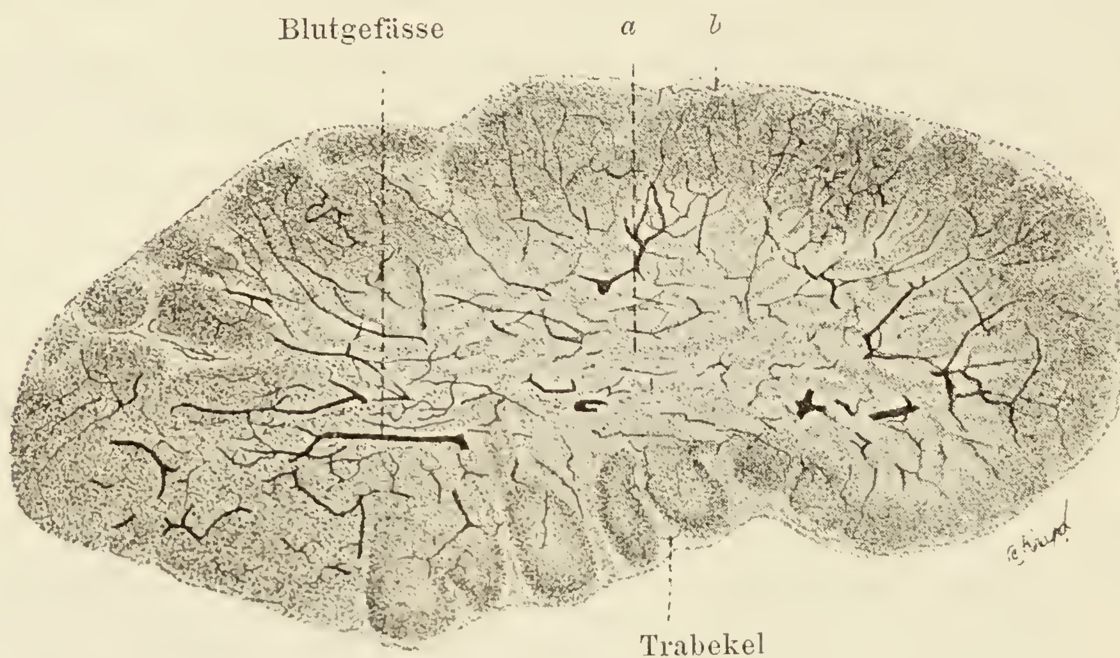


Fig. 92.

Schnitt durch eine mesenteriale Lymphdrüse einer Katze mit injizirten Blutgefässen. 50mal vergr.

a Marksubstanz, *b* Rindensubstanz mit Rindenknoten.

substanz und der Kapsel am Hilus der Drüse vorkommt und sowohl mit der Kapsel, als auch mit den Trabekeln im innigen Verbande sich befindet. Am Hilus stellt das lockere lymphoide Gewebe einen Terminalsinus (Toldt) dar.

Die innere Wand der Kapsel und die Trabekel mit ihren Fortsätzen sind von einem flachen Epithel überzogen, das kontinuirlich in jenes der ab- und zuführenden Lymphgefässe übergeht. Durch die zuführenden Gefässe strömt die Lymphe in die Drüse ein und fliesst dann weiter in Räumen, welche ihr am wenigsten Widerstand bieten (Sinus); die letzteren sind eben diejenigen peripheren Theile des Knotens und der Markstränge, in welchen das lymphoide Gewebe in lockerer Anordnung vorhanden ist. Die Lymphe umspült also sowohl die Lymphknoten der Rindensubstanz, als auch die Markstränge und gelangt schliesslich zum eben erwähnten Sinus terminalis und in die abführenden Gefässe. Auf diesem Wege nimmt sie die in den

Lymphknoten und den Marksträngen neu gebildeten Zellen mit und strömt also viel zellenreicher aus als sie eingetreten ist.

Die meisten arteriellen Gefässe der Lymphdrüsen treten durch den Hilus ein und nehmen ihren Weg durch die Trabekeln. Sie zerfallen erst in den

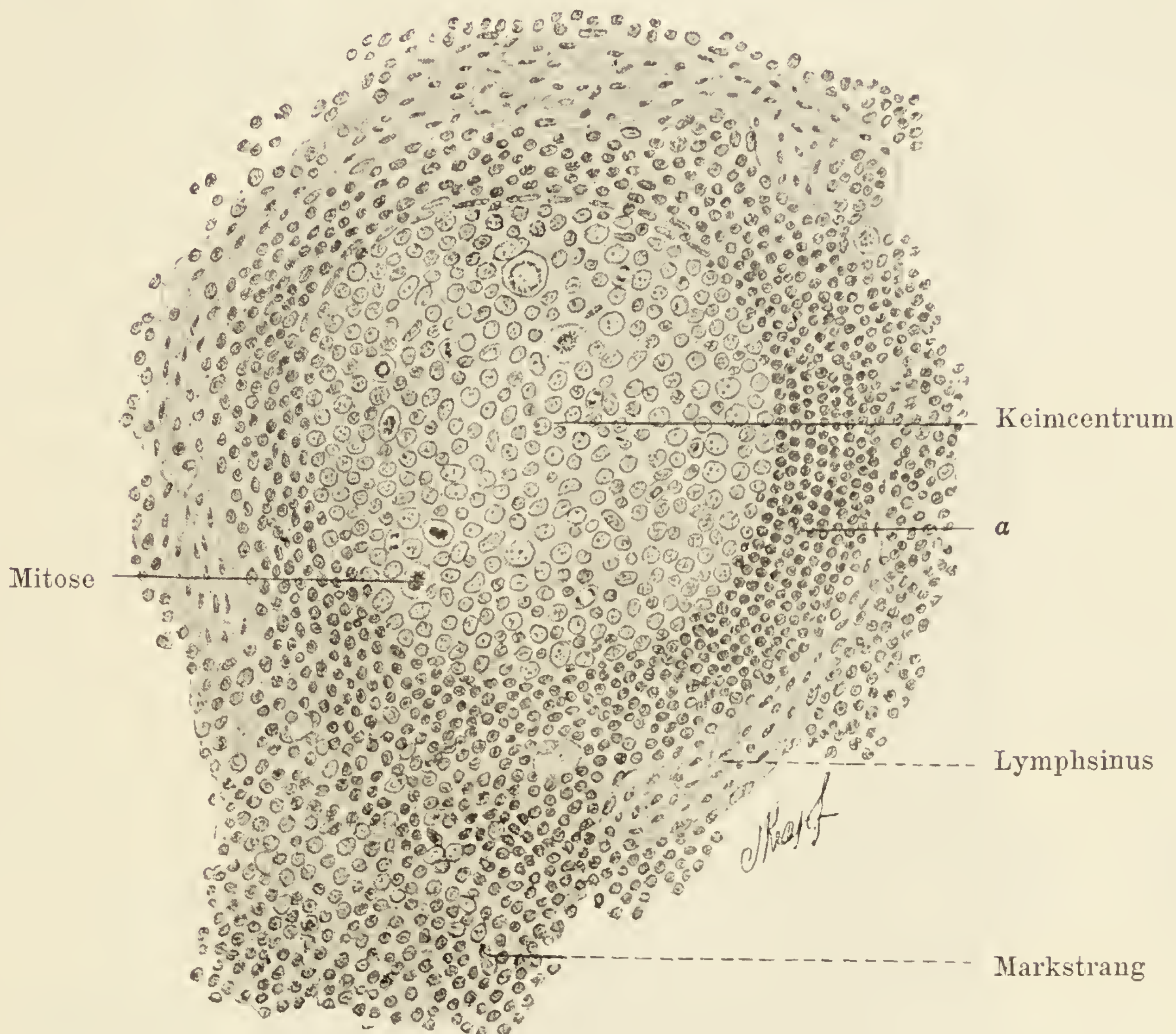


Fig. 93.

Aus einer Lymphdrüse des Menschen. 240mal vergr.

Bei *a* deutlich konzentrisch angeordnete Zellen des Lymphknotens. (Fixirung in Flemming'scher Lösung.)

Marksträngen oder in den Lymphknoten der Rindensubstanz in Kapillaren, nachdem sie die Sinuse passirt haben. Die Sinuse erhalten also keine Kapillaren. Die arteriellen Kapillaren gehen in venöse über, und die aus den letzteren hervorgehenden Venen schlagen in der Regel denselben Weg wie die Arterien ein.

C. Die Milz.

Die Milz ist ein blutbildendes Organ, in welchem nicht allein weisse, sondern auch rothe Blutzellen gebildet werden und zwar die ersteren in den Malpighi'schen Körperchen (Noduli lymphatici lienales [Malpighi]), die letzteren in der sogenannten Pulpa.

Sie ist vom Peritoneum (Tunica serosa lienis) überzogen und besitzt ausserdem eine Kapsel, die aus Bindegewebe, elastischen Fasern und glatten Muskelzellen zusammengesetzt ist.

Diese Kapsel sendet in das Innere des Organs zahlreiche Fortsätze, Trabekel, welche sich vielfach verzweigen, ein Gerüst von Balken herstellen und zu den Wandungen der Gefässe, namentlich zu denen der Venen in Beziehung stehen. Andererseits geht dieses Balkengewebe kon-

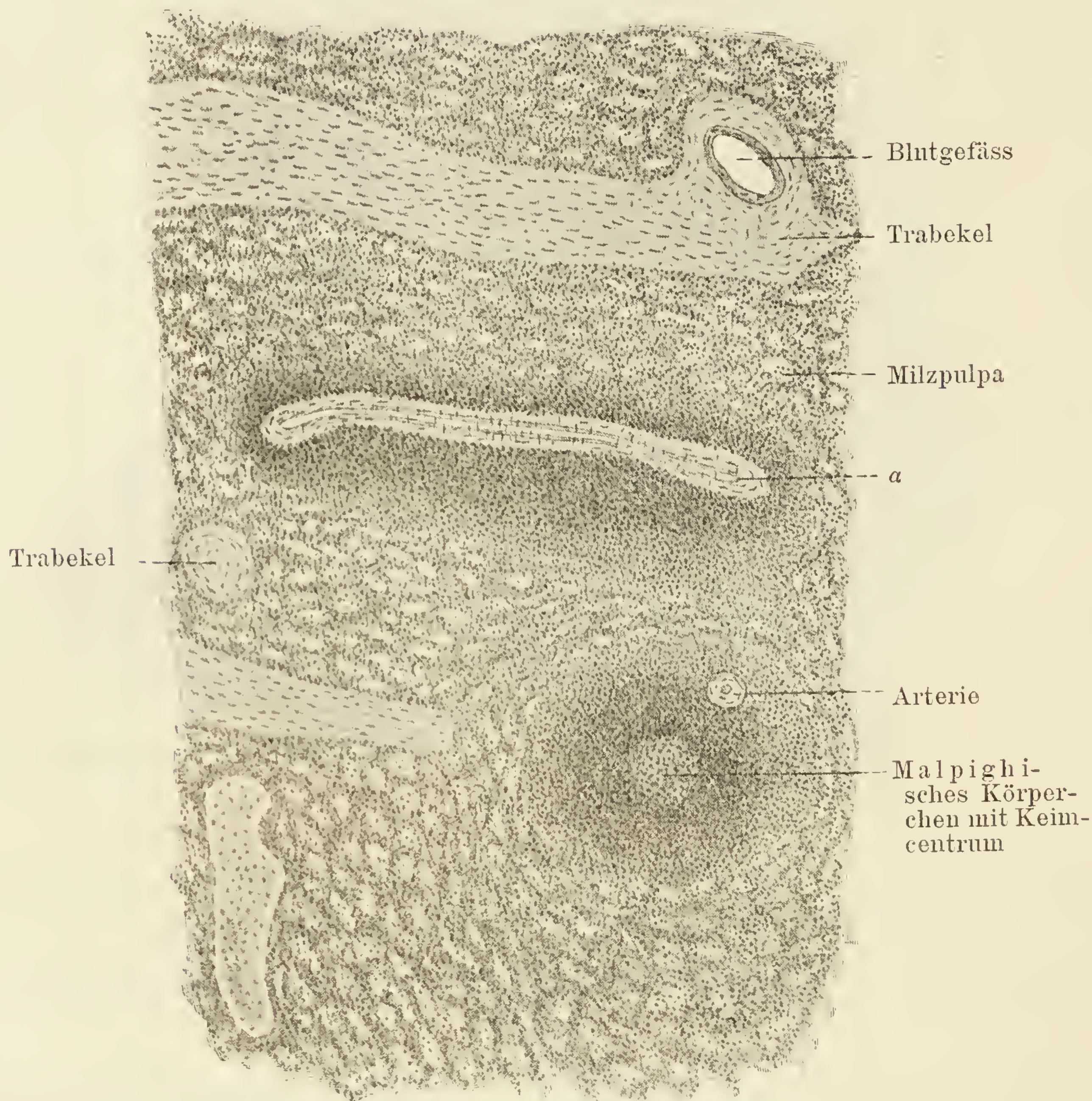


Fig. 94.

Theil eines Schnittes durch die Milz des Menschen. 75mal vergr. (Fixirung in Sublimat.) Bei *a* ein ovales Malpighi'sches Körperchen mit einem Blutgefäss.

tinuirlich in das retikuläre über, welch' letzteres die Grundlage der Milz bildet.

Betrachtet man einen Schnitt durch die Milz mit einer schwächeren Vergrösserung, so fallen zunächst scharf umschriebene runde Gebilde auf, die dem Baue nach mit kleinen, etwa 0,5 mm grossen Lymphknoten im Wesentlichen übereinstimmen. Ausser diesen, den Malpighi'schen Knötchen, besteht die Milz aus einem gefäss-, blut- und zellenreichen Gewebe, welches man als Milzpulpa bezeichnet.

Typisch ist die Gefässanordnung der Milz. An einer etwas eingezogenen Stelle der letzteren, am Hilus, treten die Arterie und Vene ein und aus. Beim Durchtritt der Gefässe durch die Kapsel bildet diese um sie eine Scheide. Bald trennen sich Vene und Arterie von einander und die eben erwähnte Scheide begleitet allein die Vene. — Die Arterie verzweigt sich in mehrere Aeste, die schliesslich in eine grössere Anzahl von kleineren Endarterien pinselartig zerfallen (Penicilli). Bald nach der Trennung von der Vene fängt die Adventitia (äussere Gefässhaut) der Arterie an, einen lymphoiden Charakter anzunehmen. Dieses lymphoide Gewebe schwillt von Stelle zu Stelle zu wahren lymphoiden Knötchen an, welche mit allen hierzu gehörigen Attributen, retikulärem Gewebe, Keimcentren u. s. w. versehen sind. Es sind die Malpighi'schen Körperchen. Beim Menschen sind sie relativ wenig zahlreich.

Durch weitere Theilungen zerfallen die Penicilli in feinere Arterien, welche ihre lymphoide Scheide allmählich verlieren, so dass Zweige von 0,02 mm keine lymphoide Scheide mehr haben, sondern wiederum eine gewöhnliche Adventitia. Die kleinsten Arterien gehen nun in Kapillaren über, welche eine Strecke weit von der Adventitia begleitet werden (Kapillarscheiden), während ihre Endausbreitungen von gewöhnlichem Bau der Kapillarwand sind und sich allmählich in den Maschen der Pulpa verlieren (siehe unten). Andererseits kann man die venösen Kapillaren sich aus den Pulparäumen bilden sehen. Mehrere solcher Kapillaren fliessen zu einem dickeren Gefässe, aber noch von kapillärem Bau zusammen und erst diese Gefässe vereinigen sich zu kleinen Venen, welche dann gemeinschaftlich mit den Arterien verlaufen.

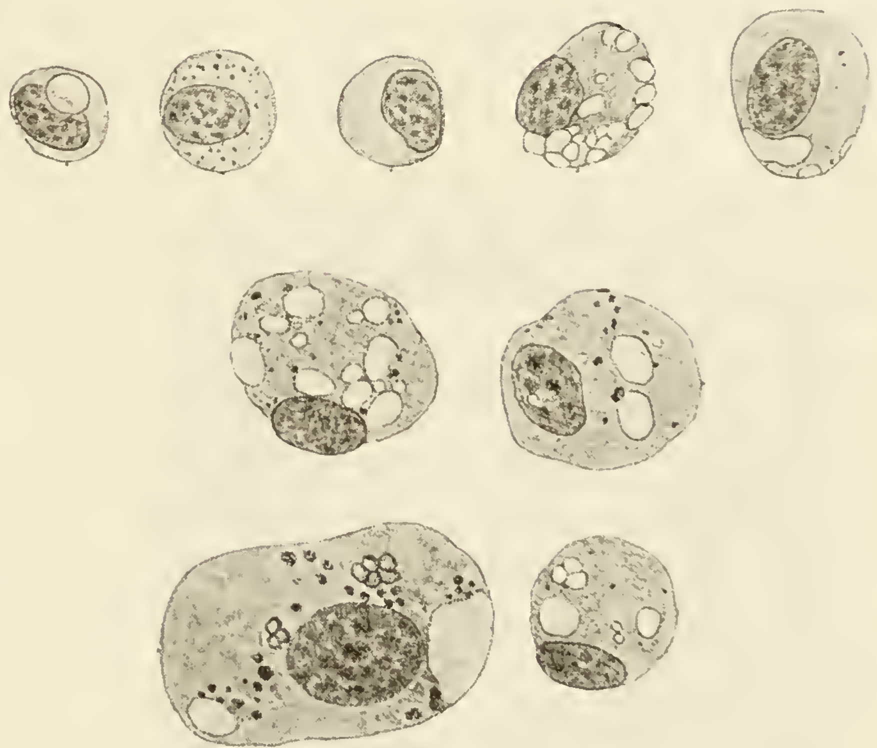


Fig. 95.

Aus der Milz vom Hund. Pigment, Blutkörperchen- und Blutschollen-haltige Zellen. (Trockenpräparate nach H. F. Müller). 1200mal vergr.

Wir kommen auf die Milzpulpa zurück. Sie hat einen schwammigen Bau und ist aus Zellen verschiedener Art zusammengesetzt, welche in dem retikulären Bindegewebe liegen. Man findet in ihr: 1. fertige rothe Blutkörperchen, 2. kernhaltige rothe Blutzellen, 3. Riesenzellen (bei Thieren), 4. rothe Blutkörperchen und Trümmer von solchen (Blutschollen) enthaltende Zellen mit oder ohne Pigment und 5. weisse Blutzellen.

Es finden sich in der Milzpulpa auch Pigmentkörnchen, und zwar entweder frei oder in Zellen eingeschlossen. Das Pigment rührt wahrscheinlich von zu Grunde gehenden, zerfallenden Erythrocyten her.

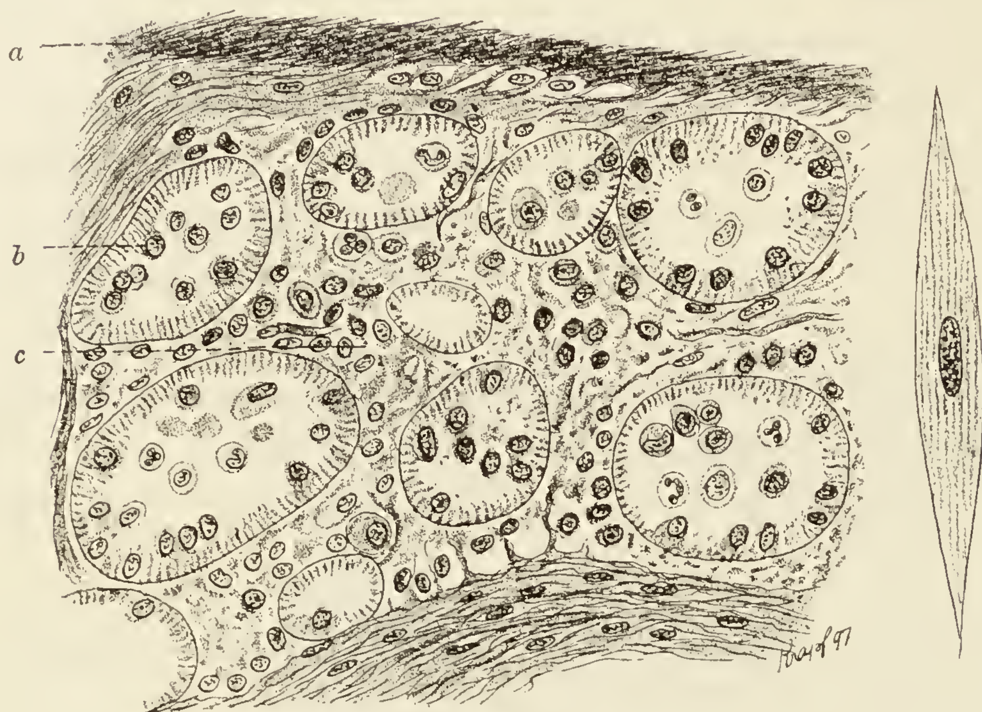


Fig. 96.
Aus der Milz des Menschen. 350mal vergr. (Fixirt in Sublimat.)
a Kapsel; *b* das gestrichelte Epithel; *c* retikuläres Bindegewebe. Rechts Schema einer isolirten gestrichelten Epithelzelle.

Ausserdem gewahrt man an Zupfpräparaten spindelförmige, längliche und platte Zellen, die wohl alle auf Bindegewebszellen des Pulpagerüstes und auf Epithelien und Muskelfasern der Gefässe zurückzuführen sind.

Die Milzpulpa des Menschen ist aus mit typischem Epithel ausgekleideten Kanalsystem zusammengesetzt. In Milzen des Menschen, besonders gut in blutleeren, sieht man diese Kanäle konstant von longitudinal gestricheltem, an Isolationspräparaten spindelförmig erscheinenden, auf Querschnitten den Charakter kubischen Epithels zeigenden Zellen begrenzt. Diese Kanäle sind wahrscheinlich eigenartig gebaute Blutkapillaren.

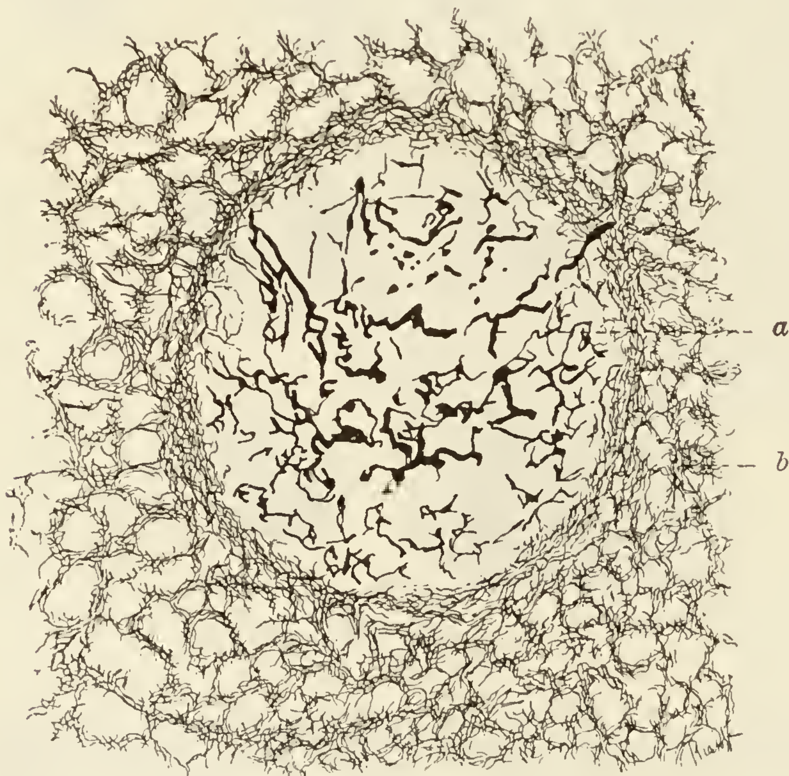


Fig. 97.
Aus der Milz des Menschen. 80mal vergr. Chromsilbermethode.
a dickere Fasern des Malpighi'schen Körperchens; *b* Gitterfasern.

Das Trabekulargewebe und das Bindegewebe der Milz stehen in einer innigeren Beziehung zu den Wandungen der Venen und ihrer Kapillaren, als zu denen der Arterien. Ausserdem sind die Wandungen der Kapillaren von eigenthümlichen feinen Netzen umsponnen, welche erst durch die Chromsilber-Methode (Oppel **91**) genauer bekannt geworden sind. Man bezeichnet sie (nach Kupffer) mit dem Namen Gitterfasern.

Die Malpighi'schen Körperchen mit ihren Keimcentren sind auch hier als Bildungsstätten für die Leukocyten anzusehen. Die neu gebildeten Zellen gerathen in die Pulpa und vermischen sich mit den Elementen derselben. Andererseits ergiessen sich die arteriellen Kapillaren in die Bahnen der Pulpa, so dass die Pulpaelemente direkt vom Blute umspült werden.

Die hier aus den kernhaltigen, rothen entstandenen Erythrocyten werden in die venösen Bahnen hineingeschwemmt. Aber es können auch kernhaltige rothe Blutzellen in die venösen Gefässe hineingerathen und sich dann erst hier in kernlose Zellen umwandeln (vergl. Knochenmark).

Die lymphoiden Scheiden und die Lymphknötchen werden mit Arterien versorgt, welche von den Seitenzweigen der Milzarterie entspringen, innerhalb der Lymphscheide oder der Lymphknoten in Kapillaren zerfallen und erst ausserhalb der lymphoiden Substanz den venösen Charakter annehmen. Diese Gefässe bilden das ernährende Gefässsystem der Milz.

D. Das Knochenmark.

Die ersten Elemente des embryonalen Knochenmarkes sind mit dem Einwachsen jener Knospe gegeben, welche die endochondrale Ossifikation einleitet (vergl. S. 79). Es sind wesentlich die Elemente des Periostes, die mit der Gefässknospe einwandern und das ganze spätere Knochenmark verdankt ihnen seine Entstehung. Mit dem Ossifikationsprozess Schritt haltend, bildet sich aus den erwähnten Elementen zuerst das rothe Knochenmark, das bei Embryonen und jungen Thieren allein vertreten ist. — Wie Neumann 82 nachgewiesen hat, bildet sich in den Extremitätenknochen das rothe Knochenmark während des Wachsthums des Menschen allmählich und zwar in proximaler Richtung zurück, so dass beim Erwachsenen nur noch die proximalen Epiphysen rothes Knochenmark enthalten. Ausser den erwähnten Epiphysen besitzen noch die platten Knochen und die Wirbelkörper des erwachsenen Menschen rothes Knochenmark. In den übrigen Knochen und Knochentheilen wird letzteres durch das gelbe Knochenmark (Fettmark) ersetzt.

In Folge des Hungerns, sowie auch unter gewissen pathologischen Verhältnissen wandelt sich das gelbe Knochenmark in gelatinöses um, welches übrigens unter Umständen die Beschaffenheit des gelben wieder erlangen kann.

Das rothe Knochenmark ist eine schwammige Masse, die aus verschiedenen Elementen, welche sämmtlich das retikuläre Bindegewebe als Grundlage haben, zusammengesetzt ist. Ausserdem enthält das rothe Mark zahlreiche Gefässe (s. weiter unten), fixe Bindegewebszellen etc.

Die typischen Elemente des rothen Knochenmarkes sind: 1. die sogenannten Markzellen. Sie unterscheiden sich von den Leukocyten des

normalen cirkulirenden Blutes dadurch, dass sie einen grösseren und chromatinärmeren Kern besitzen, der nur selten gelappt, noch seltener in der Mehrzahl vorhanden ist. Die Markzellen können fein- oder grobgranulirt sein und sind oft Träger von verschiedenen Pigmentkörpern; im normalen Blute kommen sie nicht vor (wohl aber bei der Leukämie), 2. hämoglobinhaltige Zellen mit Kern, der oft in Mitose sich findet (kernhaltige rothe Blutzellen, Neumann **68**, **69**), [Bizzozero **68**, der diese eigenthümlichen Gebilde im Knochenmark ebenfalls gesehen, hat den Hämoglobingehalt derselben irrthümlich in ihren Kern versetzt]; 3.

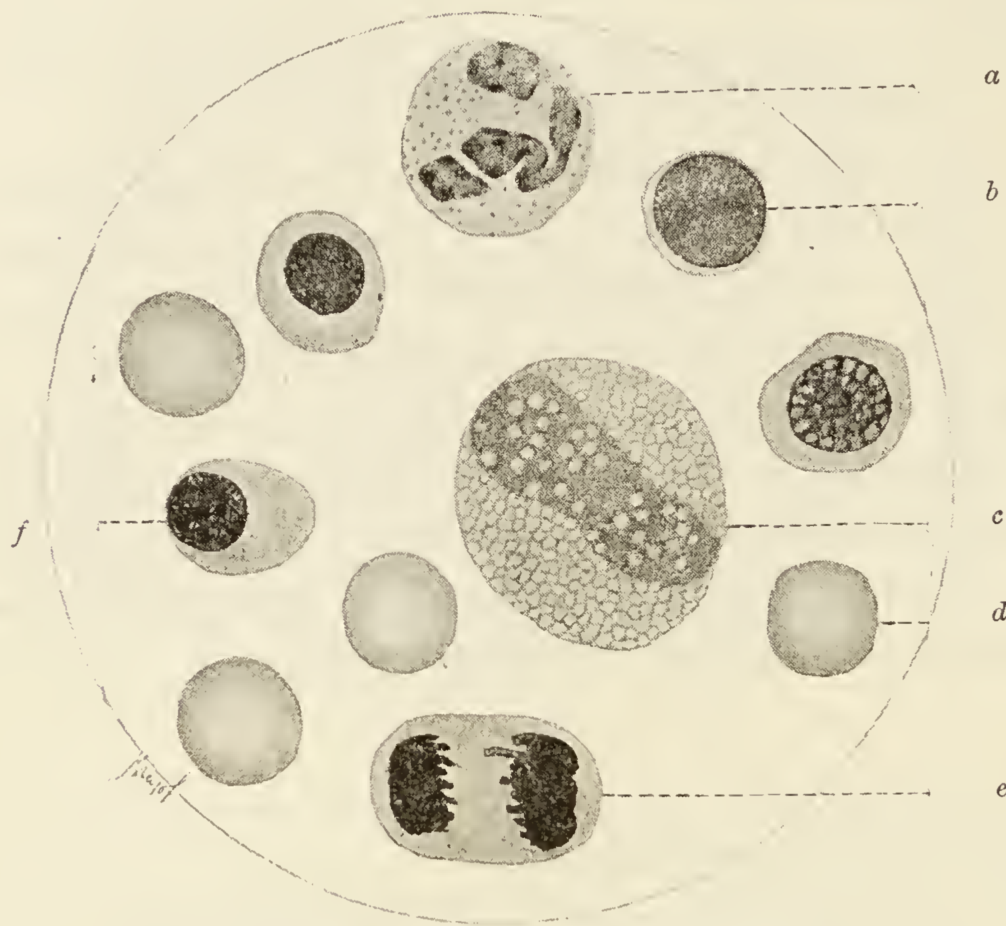


Fig. 98.

Trockenpräparat aus dem Knochenmarke des Hundes. 1200mal vergr. (Nach Präparaten von H. F. Müller.)

a Mastzelle; *b* einkerniger kleiner Leukocyt; *c* Leukocyt mit acidophilen Granulis; *d* kernloses rothes Blutkörperchen; *e* ein in Theilung begriffenes kernhaltiges rothes Blutkörperchen; *f* kernhaltiges rothes Blutkörperchen.

eosinophile (acidophile) Zellen, die den gleichnamigen Elementen des Blutes nicht entsprechen, sondern mit den Markzellen in genetischer Beziehung stehen; 4. Riesenzellen, welche entweder mitten im Mark liegen und dann mit einfachen oder polymorphen Kernen versehen sind, oder sich in der Nähe des Knochens aufhalten, als Osteoklasten (vergl. S. 83) fungiren und in der Regel mehrkernig sind. Die physiologische Bedeutung der Riesenzellen ist unklar geblieben. Sie gehen wahrscheinlich aus Leukocyten hervor, indem letztere heranwachsen; jedenfalls nicht, wie Manche es vermutheten, durch Verschmelzung mehrerer Leukocyten. Die Riesenzellen sind amöboid beweglich und fungiren oft als Phagocyten oder Cytophagen (letztere Eigenschaft wird von M. Heidenhain **94** bestritten.) 5. Mastzellen mit γ-Granulationen (s. T. 196). Grosse Zellen, entweder fein- oder grobkörnig, mit chromatinarmem Kerne.

M. Heidenhain **94** hat die Riesenzellen einem eingehenden Studium unterworfen. Nach ihm haben die Kerne derselben die Gestalt einer dickwandigen vielfach durchbrochenen (perforirende Kanäle) Hohlkugel, welche Endoplasma einschliesst. Letzteres verbindet sich mit dem übrigen Protoplasma der Zelle, Exoplasma, durch die perforirenden Kanäle. — Das Exoplasma ist konzentrisch geschichtet: man findet drei Zonen in ihm,

welche von einander durch Membranen geschieden sind, die äussere Membran der äusseren Zone ist die Zellenmembran. Die äussere Zone, Randsaum, ist vergänglicher Natur, wird aber von Seiten der Zelle stets neu gebildet. Bei diesem Vorgange wird die Zellenmembran durch die Membran zweiter Ordnung, welche sich zwischen der zweiten und dritten Zone befindet, ersetzt. Die Funktionen der Riesenzellen scheinen nach demselben Autor in der „Aufnahme und Umarbeitung eiweissartiger Körper, welche dem Lymph- und Blutstrom entnommen werden und wieder dahin zurückkehren“, zu bestehen. Die Zahl der Centrosomen in den mononukleären Riesenzellen des Knochenmarks ist eine sehr grosse, kann in manchen Fällen, z. B. bei einer pluripolaren Mitose, die Zahl 100 überschreiten.

Die Vertheilung der Blutgefässe im Mark ist folgende: die in den Knochen eintretenden Aa. nutritiae zerfallen nach ihrem Eintritt in eine

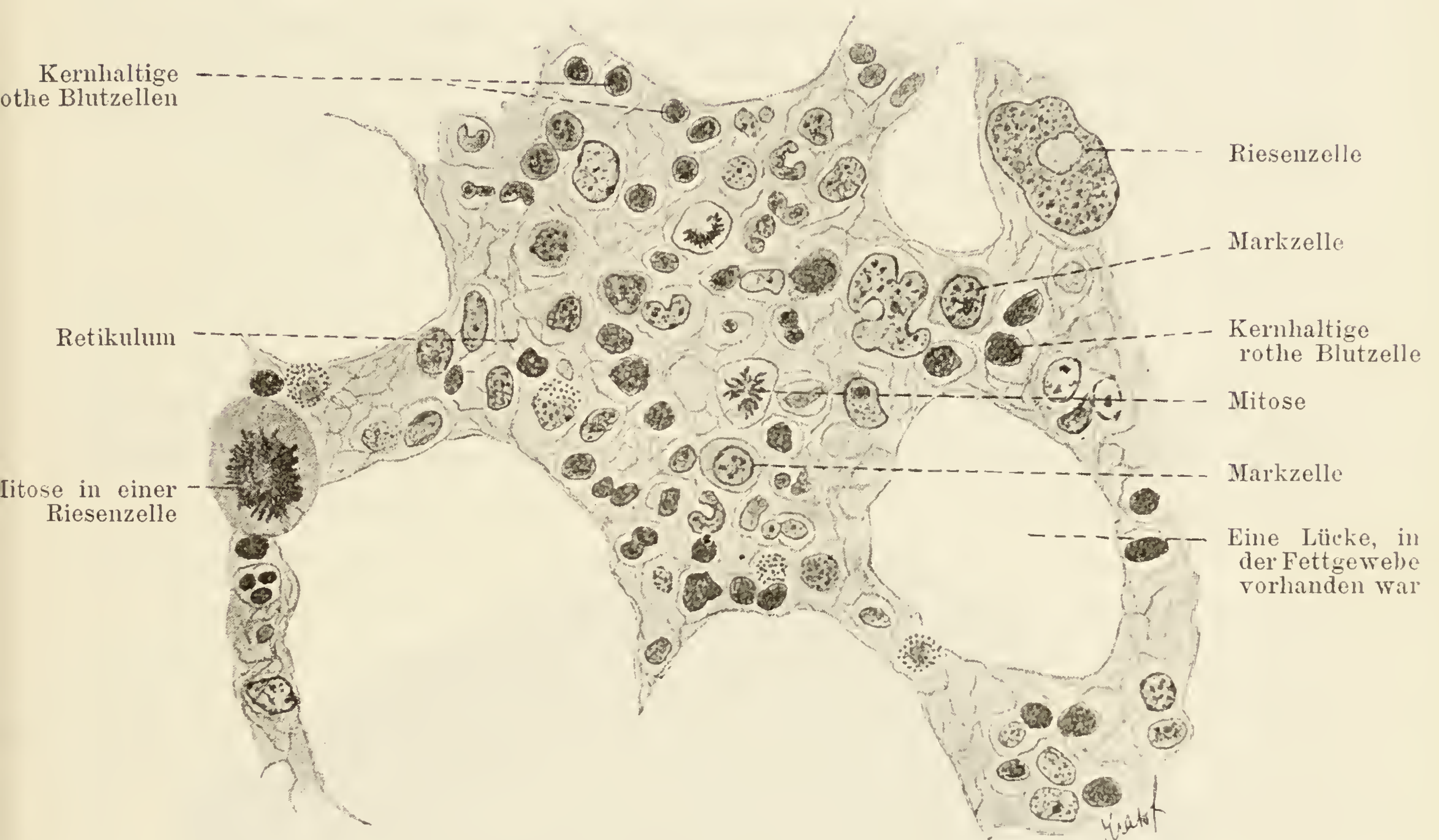


Fig. 99.
Aus einem Schnitt durch das rothe Knochenmark des Menschen. 680mal vergr. Technik Nr. 216.

grössere Anzahl kleiner Aeste, welche schliesslich sich in enge arterielle Kapillaren auflösen. Die letzteren gehen in bedeutend weitere venöse Kapillaren über, deren Wand schliesslich entweder ganz verloren geht, oder vielfach durchbrochen wird, so dass das venöse Blut sich in die Lücken des rothen Markes ergiesst, um hier sehr langsam zu strömen. Der Abfluss findet durch kleinere Venen statt, welche aus dem Zusammenfluss kleiner, das Blut aus dem Marke auffangender Kapillaren, entstehen. Bemerkenswerth ist es, dass die venösen Gefässe innerhalb des Markes keine Klappen besitzen; dagegen bekommen sie eine aussergewöhnlich grosse Anzahl von Klappen unmittelbar nachdem sie den Knochen verlassen.

Im rothen Marke entstehen rothe kernlose Blutscheiben aus kernhaltigen rothen Blutkörperchen, Erythroblasten, und zwar gewöhnlich an Ort und Stelle, nur selten innerhalb der venösen Gefässe, wohin alle diese Elemente schliesslich gelangen.

Neue kernhaltige rothe Blutzellen entstehen durch Theilung schon vorhandener, möglicherweise auch aus Leukocyten, welche allmählich Hämoglobin bilden und sich zu rothen kernhaltigen Zellen differenziren. Volle Klarheit besteht hierüber noch nicht. Beim erwachsenen Menschen ist das rothe Knochenmark jedenfalls die wichtigste Bildungsstätte der rothen Blutkörperchen.

Die blutbildende Funktion des Knochenmarkes entdeckte E. Neumann.

Das gelbe Mark entsteht aus dem rothen durch Verfettung seiner Elemente, welche schliesslich zu wahren Fettzellen werden. Im Gegensatz zu ihm ist das gelatinöse Mark durch Fettarmuth charakterisirt. Weder das gelbe noch das gelatinöse Mark sind blutbildende Organe (vergl. Neumann **90**, Bizzozero **91**, H. F. Müller **91**, van der Stricht **92**).

E. Die Thymus.

Zu den lymphoiden Organen rechnen wir auch die Glandula Thymus, welche bei den Säugethieren aus dem Entoderm der zweiten und dritten



Fig. 100.

Kleinstes Läppchen von der Thymus eines Kindes mit auffallend deutlich ausgeprägten Lymphknoten ähnlichen Bildungen in der Rindensubstanz. 60mal vergr.

a Trabekel ähnliche Bildungen.

Kiementasche hervorgeht und solange in Funktion bleibt, bis die echten Lymphdrüsen und Lymphknoten sich herausgebildet haben. Später bildet sie sich zurück und ist beim erwachsenen Menschen als solche völlig geschwunden. Nur bindegewebige Reste und Trümmer von Zellen deuten auf ihre frühere Anwesenheit hin.

Die Thatsache, dass die Thymus als ein lymphoides Organ aus dem Entoderm ihren Ursprung nimmt, bekräftigt die Auffassung jener Forscher, welche auch die Milz und andere im Darmkanal zerstreute lymphoiden Heerde aus dem Entoderm hergeleitet wissen wollen.

Durch bindegewebige Septa wird die Thymus in grössere, diese wieder in kleinere Läppchen zerlegt, bis man schliesslich zu einer grösseren Anzahl kleinster, annähernd kugeliger Formationen, kleinste Läppchen (Lobuli thymi) gelangt. Diese bestehen aus retikulärem Bindegewebe, welches an der Peripherie viel zarter und engmaschiger ist, als in der Mitte des Läppchens. Im retikulären Gewebe sind zellige Elemente eingelagert, die an der Peripherie des Läppchens zahlreicher angetroffen werden, als in dessen Centrum, so dass man hier von einer Rinden- und Marksubstanz des Läppchens sprechen kann. Die letztere ist entweder ganz von der ersteren umgeben, oder aber kann die Marksubstanz die Peripherie des Läppchens erreichen, an welchem Orte meistens die Gefässe aus- und eintreten.

In der Rindensubstanz kommt es mitunter zu Differenzirungen, welche den Rindenknoten der Lymphdrüsen gleichen.

Ueber die Bedeutung des Organs war bis vor kurzem nur weniges bekannt. Eine genaue Analyse ergab aber eine Aehnlichkeit zwischen gewissen zelligen Elementen der Thymus und den Bestandtheilen der blutbildenden Organe, eine Aehnlichkeit, welche namentlich durch die Anwesenheit von kernhaltigen rothen Blutzellen auch in der Thymus, noch auffallender wird. Hiermit wird die embryonale Thymus höchst wahrscheinlich zu den blutbildenden Organen zu rechnen sein (Schaffer **93.1**).

Die Blutgefässe bilden in der Marksubstanz ein viel weitmaschigeres Kapillarnetz, als in der Rinde; feinere Arterien dringen aber auch direkt in die Rinde ein. An die Arterienbahnen sich haltend, treten Lymphgefässe aus, über deren Anfänge nichts Bestimmtes ausgesagt werden kann. Es ist aber wahrscheinlich, dass die periphere, etwas aufgelockerte Partie der Rindensubstanz einen Lymphsinus darstellt.

Man findet in der Thymus schon während des Embryonallebens (vom 4. Monat ab) eigenthümliche, räthselhafte Körper, die man mit dem Namen Hassal'sche Körper belegt hat. Es sind kuglige, bis 0,1 mm messende Gebilde, deren Peripherie konzentrisch geschichtet erscheint. In ihrer mittleren Partie findet man einzelne Kern- und Zellentrümmer. Das Vorkommen dieser Körper ist auf die Thymus beschränkt.

Untersuchungsmethoden für Blut und blutbildende Organe.

184. Die rothen Blutkörperchen können in der Blutflüssigkeit ohne weiteren Zusatz untersucht werden. Man sticht sich in die Fingerbeere und drückt einen kleinen Blutstropfen hervor, der auf den Objektträger gebracht, sofort mit dem Deckgläschen bedeckt und untersucht wird. An solchen Prä-

paraten verändern sich die rothen Blutkörperchen bald, und zwar dadurch, dass das Wasser des Blutplasmas verdunstet, wodurch der Kochsalzgehalt desselben ein höherer wird und den rothen Blutkörperchen Wasser entzieht. Unter Schrumpfung verändern sich die letzteren in einer ganz charakteristischen Weise: sie nehmen die Stechapfel- oder Morgensternform an. Will man den Blutstropfen längere Zeit vor Verdunstung schützen, so umrandet man das Deckglas des Präparates mit Oel (etwa Olivenöl). Als Zusatzflüssigkeit, welche die rothen Blutkörperchen nur wenig verändert, erwähnen wir die Hayem'sche Lösung (zur Untersuchung der Leukocyten nicht geeignet). Sie besteht aus Kochsalz = 1, schwefelsaurem Natron = 5, Sublimat = 0,5 und 200 g Wasser. Das frische Blut wird in die Flüssigkeit, die mindestens das 100fache Volumen des Blutes betragen muss, direkt eingelassen. Die fixirten Blutkörperchen senken sich zu Boden; nach 24 Stunden wird die Flüssigkeit vorsichtig abgegossen und durch Wasser ersetzt. Die Blutkörperchen werden mit einer Pipette herausgeholt und in verdünntem Glycerin untersucht. Eine Nachfärbung, etwa mit Eosin oder Hämatoxylin ist zulässig.



Fig. 101.
„Stechapfelform" der Blutscheiben des Menschen. 1500mal vergr.

185. Eine bei weitem am meisten geübte Methode ist die Konservirung der Blutkörperchen in Trockenpräparaten. Man legt zwei Deckgläschen aufeinander und lässt frisches Blut zwischen dieselben einfliessen. Dann zieht man die Deckgläschen auseinander, wobei auf beiden eine dünne Schichte gleichmässig ausgebreiteten Blutes entsteht, die bei Zimmer-Temperatur einige Stunden getrocknet wird. Nun unterwirft man die Präparate einer Trocknung bei 120° C. (mehrere Stunden). Nach dieser Behandlungsweise können die Präparate mit Farben u. s. w. behandelt werden. Zu ähnlichen Resultaten gelangt man, wenn man die lufttrockenen Präparate 1—2 Stunden der Wirkung von einer Mischung absoluten Alkohols und Aether zu gleichen Theilen aussetzt. Man trockne sie abermals in der Luft und verarbeite sie weiter.

186. Frische Blutkörperchen können auch mit Osmiumsäure und anderen geeigneten Fixirungsflüssigkeiten, in welche man einen Bluttropfen fallen lässt, fixirt werden. Die Blutkörperchen sammeln sich am Boden des Gefässes an, worauf die Osmiumsäure dekantirt werden kann; es wird dann mit Wasser ausgewaschen, die Blutkörperchen werden mit einer Pipette aufgefangen und in verdünntem Glycerin untersucht.

187. Der auf dem Objektträger dünn ausgebreitete frische Bluttropfen kann auch mit einer konzentrirten Sublimatlösung in Kochsalz eine Viertelstunde lang behandelt werden. Es wird dann mit Wasser gewaschen, gefärbt und das Präparat durch Alkohol in Kanadabalsam übergeführt. In derselben Weise wendet man eine konzentrirte wässerige Pikrinsäure an, nur lässt man dieselbe 12—24 Stunden lang einwirken.

188. An Schnitten können die Blutelemente in folgender Weise untersucht werden: dünne Gefässe werden doppelseitig abgebunden, herausgeschnitten, mit Osmiumsäure, Sublimat-Kochsalz oder Pikrinsäure fixirt und in Paraffin eingebettet,

189. Die rothen Blutkörperchen verändern sich in den verschiedenen Flüssigkeiten verschiedenartig: so werden sie in Wasser kugelig und verlieren ihren in Lösung tretenden Farbstoff; es bleiben dann helle, kugelige,

kaum sichtbare „Blutschatten" zurück, die man eventuell, z. B. mit einer Färbung durch Jod scharf hervortreten lassen kann. Verdünnte Essigsäure wirkt ähnlich wie Wasser, nur in viel kürzerer Zeit. (Vor dem Blasswerden sehen die Blutkörperchen einige Augenblicke dunkler aus.) Die Galle des Thieres, dem auch das Blut entnommen wurde, wirkt auf die rothen Blutkörperchen ganz eigenthümlich: sie blähen sich zunächst etwas auf und lösen sich dann plötzlich, in Stücke zerfallend, „explodirend", auf.

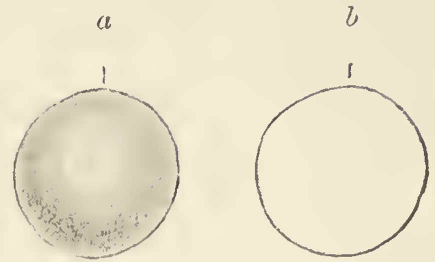


Fig. 102.
Rothe Blutkörperchen unter Einwirkung des Wassers. 1500mal vergr.
b „Blutschatten".

190. Die auf irgend eine der erwähnten Weisen fixirten Blutkörperchen können gefärbt werden. Als Farbe, die die hämoglobinhaltigen rothen Blutzellen besonders hervorhebt und dieselben leuchtendroth färbt, ist das Eosin: man färbt entweder in wässerigen oder in alkoholischen sehr verdünnten Lösungen (1⁰/o und weniger), oder kombinirt mit Alaun, z. B.: 1 g Eosin, 1 g Alaun und 200 ccm abs. Alkohol (E. Fischer). Man wendet Eosin auch als zweite Farbe an, nachdem man vorher eine Kernfärbung, z. B. mit Hämatoxylin, vorgenommen hat. Man färbt ca. 10 Minuten, zieht den Farbstoff mit Alkohol aus, bis die rothen Blutzellen allein gefärbt bleiben und schliesst dann in Kanadabalsam ein. Ausser dem Eosin haben auch andere saure Farben, wie Aurantia, Indulin, Nigrosin die Fähigkeit hämoglobinhaltige Zellen zu färben.

191. Blutplättchen werden am besten mit Osmiumsäure konservirt und können ungefärbt gesehen werden. Auch in der phys. Kochsalzlösung, zu der man im Verhältnisse von 1 : 20,000 Methylviolett zusetzt, kann man sie gefärbt erhalten (Bizzozero 82). Nach Afanassiew fügt man zur Lösung 0,6 ⁰/o des trocknen Peptons zu. (Die Flüssigkeit muss vor dem Gebrauch sterilisirt werden.)

192. In den im strömenden Blute und in verschiedenen Organen vorhandenen Leukocyten kommen in bestimmter Weise darstellbare Granulationen vor. Auf diese Granulationen haben Ehrlich und seine Schüler aufmerksam gemacht. Die Benennung der Granula ist von der Ehrlich'schen Klassifikation der Anilinfarbstoffe abhängig, welche mit jener der Chemiker nicht übereinstimmt Er klassifizirt sie in saure, basische und neutrale. Unter den sauren versteht er jene Verbindungen, bei denen, wie in pikrinsaurem Ammoniak, die Säure das färbende Prinzip darstellt; hierher zu rechnen sind: Congo, Eosin, Aurantia, Indulin, Nigrosin. Die basischen Farbstoffe sind solche, welche, wie das essigsaure Rosanilin, aus einer Farbbase und einer indifferenten Säure entstanden gedacht werden können. Dazu gehören: Fuchsin, Bismarckbraun, Safranin, Gentiana, Dahlia, Methylviolett, Toluidin. Die neutralen Aniline schliesslich denke man sich wie das pikrinsaure Rosanilin, durch Zusammentritt einer Farbbase und einer Farbsäure entstanden.

193. Die Darstellung der Granula kann sowohl an Trockenpräparaten, als auch an mit Alkohol, Sublimat-Eiessig, zum Theil auch mit Flemming'scher Lösung etc. konservirten Blutes vorgenommen werden.

Es werden fünf Arten Granulationen unterschieden, die der Reihe nach mit griechischen Buchstaben α—ε benannt werden.

194. Die α-Granulationen (acidophile, eosinophile) kommen in den Leukocyten des normalen Blutes, der Lymphe und der Gewebe vor. Sie

sind dadurch charakterisirt, dass sie sich in sämmtlichen sauren Farbstoffen in einer bestimmten Weise färben lassen. Man färbt sie in einem in Glycerin gesättigten sauren Farbstoff (am bequemsten Eosin) mehrere Stunden lang, spült dann mit Wasser ab und färbt nachträglich mit einem Kernfärbemittel, etwa Hämatoxylin oder Methylenblau, trocknet die Präparate abermals und schliesst sie direkt in Kanadabalsam ein. Wenn Schnitte in Betracht kommen, so färbt man sie nach dem Abspülen in Wasser in derselben Weise und überträgt sie durch absoluten Alkohol etc. in Kanadabalsam. Eine andere Methode, die gleichzeitig Kern und Granula tingirt, ist die Ehrlich'sche Hämatoxylinlösung (Hämatoxylin 2 g, Alkohol 100, dest. Wasser 100, Alaun 2 mit einer Spur Essigsäure), zu welcher man 0,5 % Eosin hinzusetzt

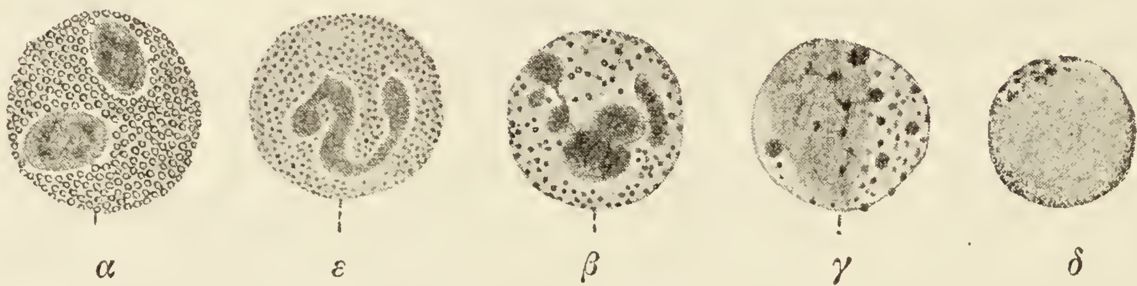


Fig. 103.

Die Ehrlich'schen Granula in den Leukocyten. 1200mal vergr. (Nach Präparaten von H. F. Müller.)

α acidophile Granula, relativ gross und regelmässig vertheilt; ε neutrophile Granula; β amphophile Granula, wenig zahlreich und unregelmässig vertheilt; γ Mastzellen mit ungleich grossen Granulationen; δ basophile Granulationen; α, δ und ε aus dem normalen Blute, γ aus leukämischem Blute des Menschen, β aus dem Blute des Meerschweinchens.

und vor dem Gebrauch etwa drei Wochen an belichtetem Orte stehen lässt. Diese Mischung färbt in wenigen Stunden; es wird dann in Wasser abgespült, mit Alkohol behandelt und schliesslich in Kanadabalsam eingeschlossen. Die α-Granula erscheinen roth, die Kerne blau.

195. β-Granulationen (amphophile, indulinophile) färben sich sowohl in sauren wie in basischen Anilinen. Sie kommen beim Menschen nicht vor, werden aber z. B. im Blute von Meerschweinchen, Kaninchen und Hühnern angetroffen. Darstellung: gleiche Theile gesättigter Lösungen von Eosin, Naphthylamingelb und Indulin in Glycerin werden zusammengegossen und die getrockneten Präparate mit diesem Gemisch einige Stunden lang behandelt, mit Wasser ausgewaschen, an der Luft getrocknet und in Kanadabalsam eingeschlossen. Die β-Granulationen erscheinen schwarz, die α-Granula roth, die Kerne schwarz und das Hämoglobin der rothen Blutzellen gelb.

196. γ-Granulationen oder die der Mastzellen kommen in normalen Geweben und spärlich in normalem Blute vor, wohl aber konstant und in grösserer Menge im leukämischen Blute. Man kann sie in einer doppelten Weise zur Anschauung bringen: 1. Durch eine gesättigte Dahlialösung in Eisessig — 12½, abs. Alkohol — 50, dest. Wasser 100 ccm (Ehrlich). Die Anwendung geschieht wie bei der Darstellung der vorhin genannten β-Granulationen; 2. durch die Alaunkarmin-Dahlia-Flüssigkeit von Westphal (siehe Ehrlich). Die letztere wird auf Trockenpräparate und auf Schnitte solcher Objekte angewandt, welche mindestens eine Woche lang in Alkohol fixirt worden sind. 1 g Alaun wird in 100 ccm dest. Wassers gelöst, 1 g Karmin darin suspendirt, das Ganze ¼ Stunde lang gekocht, nach dem Erkalten filtrirt und dazu ½ ccm Karbolsäure hinzugesetzt (Grenacher'sches

Alaun-Karmin [s. T. 60]). Zu dieser Karminlösung werden 100 ccm einer gesättigten Dahlialösung in abs. Alkohol, 50 ccm Glycerin und 10 ccm Eisessig hinzugefügt, das Ganze umgerührt und eine Zeit lang stehen gelassen. Es wird 24 Stunden lang gefärbt, ebenso lange mit abs. Alkohol ausgezogen und schliesslich in Kanadabalsam eingeschlossen. Die γ-Granula erscheinen intensiv blau, die Kerne sind röthlich gefärbt. Noch einfacher ist die Darstellung der γ-Granulationen, wenn man Trockenpräparate mit Methylenblau überfärbt, dann in abs. Alkohol längere Zeit auszieht, abermals trocknet und in Kanadabalsam einschliesst.

197. δ-Granulationen (basophile Granulationen) kommen in einkernigen Leukocyten des menschlichen Blutes vor. Die Färbung geschieht mehrere Minuten und länger mit einer wässerigen, konzentrirten Methylenblaulösung, worauf die Präparate nach Abspülen in Wasser und abermaligem Trocknen in Kanadabalsam eingeschlossen werden.

198. ε- oder neutrophile Granula, die normal in polynukleären Leukocyten des Menschen vorkommen (auch im Eiter), werden nach Ehrlich mit folgender Mischung behandelt. Zu 5 Vol. einer gesättigten wässerigen Säurefuchsin-Lösung wird ein Vol. einer gesättigten wässerigen Methylenblaulösung hinzugefügt. Es werden 5 Vol. Wasser zugegossen, das Ganze ein paar Tage stehen gelassen und filtrirt. Die Lösung färbt schon nach 5 Minuten; man spült in Wasser ab u. s. w. Die in Rede stehenden Granulationen erscheinen grün, die α-Granula roth und das Hämoglobin gelb.

199. Das Blutpigment lässt sich in Form von Krystallen darstellen. Bei einigen Knochenfischen bilden sich die Krystalle innerhalb des Blutkörperchens neben dem Kerne, unter Umständen schon kurze Zeit nach dem Tode. An alten Spirituspräparaten findet man Hämoglobinkrystalle (Blutkrystalle) innerhalb der Gefässe; auf diese Weise hat Reichert dieselben im Blute des Meerschweinchens entdeckt. Wir finden sie massenhaft im Milzblute eines Störes, der nahezu vor 40 Jahren in Spiritus eingelegt worden ist. Die Hämoglobinkrystalle gehören zum rhombischen System.

200. Die einfachste Methode, die Blutkrystalle darzustellen, ist wohl die folgende: man defibrinirt das frische Blut durch Schlagen oder Schütteln mit Quecksilber und setzt demselben unter Schütteln tropfenweise Schwefeläther zu, bis es lackfarben geworden ist, was man makroskopisch am plötzlichen Umschlage der undurchsichtigen in eine durchsichtige, dunkelkirschrothe Farbe erkennt. Unter dem Mikroskop darf man keine intakten rothen Blutkörperchen mehr finden. Das so präparirte Blut wird auf 12—24 Stunden auf Eis gestellt. Nimmt man nun einen Tropfen Blut heraus und deponirt ihn auf einen Objektträger, so fängt nach 1/2 Stunde der Bluttropfen an, an den Rändern einzutrocknen. Er wird alsdann mit einem Deckglase bedeckt und nach einigen Minuten bilden sich, namentlich im Anschluss an den getrockneten Rand des Tropfens, eine Menge Krystalle, deren Entstehung unter dem Mikroskop selbst verfolgt werden kann. Grosse Hämoglobinkrystalle stellt man nach Gscheidtlen folgendermassen dar: defibrinirtes Blut wird in eine Glasröhre gebracht und dieselbe zugeschmolzen. Man unterwirft das so eingeschlossene Blut 2—3 Tage einer Temperatur von nahezu 40° C.; zerbricht man dann das Glas und lässt das Blut in eine flache Schale ausfliessen, so bilden sich sofort grosse Hämoglobinkrystalle.

201. Letztere bilden sich auch, wenn man einen Tropfen lackfarbenen Blutes in dicken, in Chloroform gelösten Kanadabalsam thut und mit einem Deckgläschen zudeckt.

202. In einfacher Weise lassen sich aus dem Blute die Häminkrystalle (Teichmann'sche Krystalle; Hämin ist salzsaures Hämatin) darstellen (rhombische Täfelchen). Man bringt einen Tropfen Blut auf einen Objektträger und vermischt denselben sorgfältig mit einem kleinen Tropfen (etwa) einer physiologischen Kochsalzlösung, dann erwärmt man das Ganze, bis die Flüssigkeit verdunstet und ein rothbrauner Rückstand zurückbleibt. Man bedeckt den letzteren mit einem Deckglase und lässt Eisessig zufliessen, bis der ganze Raum zwischen Deckglas und Objektträger gefüllt ist; nun erwärmt man das Präparat bis zum Kochen des Eisessigs. Ist letzterer verdunstet, so kann man direkt Kanadabalsam unter das Deckglas zufliessen lassen und so ein Dauerpräparat erhalten. Der Zusatz der Kochsalzlösung zum Blute ist nicht unbedingt nöthig, weil das Blutserum selbst Kochsalz in kleinen Mengen enthält. Die Häminkrystalle sind, wenn es darauf ankommt, Flüssigkeiten oder Flecke auf Blutgehalt zu untersuchen, von grosser Bedeutung, da ihre Anwesenheit mit Sicherheit auf das Vorhandensein von Blut schliessen lässt; sie spielen deshalb in forensischer Beziehung eine Rolle. Die Häminkrystalle sind schwer oder ganz unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Ammoniak, Eisessig, verdünnter Schwefel- und Salpetersäure. Sie lösen sich aber in Kalilauge.

203. Eine dritte Art von Krystallen, die man im Blute gelegentlich antrifft und zwar oft in den gelben Körpern des Ovariums und sehr oft pathologisch in den apoplektischen Herden, sind die von Virchow entdeckten Hämatoidinkrystalle. Anhäufungen solcher Krystalle sehen orangefarben aus; mikroskopisch betrachtet sind es rhombische, fuchsrothe Täfelchen. Sie lassen sich leicht in Kanadabalsam aufbewahren, da sie weder in Alkohol noch in Chloroform etc. löslich sind. Künstlich lassen sie sich nicht darstellen. Das Hämatoidin ist eisenfrei.



Fig. 104.
Fibrin. Aus einem Gefässe des Kehlkopfes eines Kindes, ungefähr 300mal vergr.

204. Das bei der Blutgerinnung sich ausscheidende Fibrin kann man in ganz feiner Vertheilung auf dem Objektträger darstellen: man bringt auf den letztern einen Tropfen Blut und lässt ihn ein Paar Stunden in einer feuchten Kammer stehen; dann legt man ein Deckglas auf und wäscht mit Wasser aus, indem man von der einen Seite des Deckglases Wasser zusetzt und auf der anderen mit Fliesspapier absaugt. Sind die meisten Blutkörperchen auf diese Weise weggeschwemmt, so setzt man Jod-Jodkalium hinzu. Die dem Glas anhaftenden Fibrinfädchen und Netze färben sich braun. Um die Fibrinnetze an Schnitten zu sehen, benutzt man am besten solche Stücke, welche mit Alkohol fixirt worden sind; man färbt nach Weigert 10 Minuten lang in konzentrirter Gentianaviolettlösung in Anilinwasser. Die Schnitte werden flüchtig mit einer physiologischen Kochsalzlösung abgespült, 10 Minuten mit Jod-Jodkaliumlösung behandelt,

auf dem Objektträger ausgebreitet und mit Fliesspapier getrocknet, worauf sie in zwei Theilen Anilinöl und einem Theil Xylol so lange verbleiben, bis sie vollkommen durchsichtig geworden sind. Letztere Flüssigkeit wird durch reines Xylol und schliesslich durch Kanadabalsam ersetzt. Die Fibrinnetze erscheinen intensiv violett gefärbt.

205. Um zu sehen, wie das Blut in den Gefässen strömt, giebt es verschiedene Methoden und bestimmte bevorzugte Objekte. Zu den letzteren gehört vor allem der Frosch. Hier verfährt man folgendermassen: man immobilisirt das Thier, indem man dasselbe mit Curare, dem südamerikanischen Pfeilgift, vergiftet. Etwa $^1/_2$ g einer $1^0/_0$ wässerigen Lösung, in den Rückenlymphsack eingespritzt, macht den Frosch innerhalb einer Stunde unbeweglich. (Die Dosirung ist jedoch nicht genau anzugeben, da das käufliche Curare kein chemisch konstantes Präparat ist. Man ist also auf ein gewisses Ausprobiren angewiesen.) Curare wirkt bekanntlich ausschliesslich auf die motorischen Nervenendorgane der quergestreiften Skelettmuskulatur, affizirt aber weder Herz- noch die glatten Muskelzellen, woraus die Brauchbarkeit des Curares für unseren Zweck erhellt: man kann also an einem unbeweglich gewordenen Frosch den Kreislauf ungestört beobachten. Um Einiges vom letzteren zu sehen, genügt es, einem Frosch die durchsichtige, zwischen den Zehen ausgespannte Schwimmhaut auszubreiten, etwas zu dehnen und im gedehnten Zustande mit Insektennadeln über einer in einer Korkplatte passend angebrachten Oeffnung zu befestigen. Ist die Korkplatte so gross, dass der ganze Frosch darauf Platz hat, so kann man die ganze Platte unter das Mikroskop bringen, derart, dass die Oeffnung der Korkplatte über die Oeffnung der Tischplatte des Mikroskopes zu liegen kommt. Die über der Oeffnung ausgebreitete Schwimmhaut kann man dann mit mittleren Vergrösserungen beobachten. Zu demselben Zwecke kann auch die Zunge des Frosches benutzt werden. Da dieselbe am vorderen Unterkieferwinkel befestigt ist, so kann man sie bequem herausziehen, durch passendes Dehnen ausbreiten und über dem Loch der Korkplatte ausspannen.

Am schönsten lässt sich der Kreislauf am Mesenterium beobachten, wo man besonders gut das Auswandern der Leukocyten aus den Gefässen wahrnehmen kann. Zu diesem Zwecke macht man in der Axillarlinie der rechten Seite des Frosches (am besten bei Männchen) einen $^1/_2$ cm langen Hautschnitt, wobei man besonders Acht giebt, keine Gefässe zu verletzen, welche bei weniger pigmentirten Fröschen durch die Haut durchschimmern. Man trenne in derselben Ausdehnung die unter der Haut liegenden Bauchmuskeln, führe durch die Oeffnung eine Pincette und fasse die sich bietende Darmschlinge an. Die letztere wird am Rande der Oeffnung der Korkplatte mit Nadeln fixirt und das Mesenterium über die Oeffnung vorsichtig gespannt. — Bei der Beobachtung ist es zweckmässig, die Oberseite der Präparate zu befeuchten (physiologische Kochsalzlösung) und die eingestellte Stelle etwa mit einem Bruchstücke eines Deckgläschens zu bedecken.

Unter ähnlichen Umständen lässt sich auch die Lunge beobachten. Der Hautschnitt muss in diesem Falle weiter vorn geführt werden.

206. Für die grobe Orientirung über den Bau der Lymphdrüsen fertige man Schnitte durch kleinere Drüsen, die etwa mit Alkohol oder Sublimatlösung fixirt worden sind, an. Man färbt mit Hämatoxylin und Eosin. An solchen Präparaten kann man sich über die Verbreitung der Rinden- und Marksubstanz orientiren: das Trabekularsystem und das Blut erscheinen in der Eosinfarbe.

207. Die flachen Epithelien auf den Trabekeln stellt man in der Weise dar, dass man in eine frische Lymphdrüse eine 0,1% Lösung von Silbernitrat durch Einstich einspritzt. Nach einer halben Stunde fixirt man das Organ mit Alkohol und fertigt in der gewöhnlichen Weise ziemlich dicke Schnitte an (nicht unter 20 μ). Einige Zeit, nachdem die Schnitte in Kanadabalsam im Lichte gelegen haben, erscheint stellenweise dort, wohin die Injektionsmasse eingedrungen ist, die bekannte Epithelzeichnung.

208. Für das Studium der Keimcentren der Lymphknoten empfiehlt sich besonders die Fixirung mit Flemming'scher Flüssigkeit und Färbung mit Safranin. Aber auch andere Flüssigkeiten, welche die Mitosen gut zur Anschauung bringen, können hier angewandt werden.

209. Für die Darstellung des retikulären Gewebes fertige man Schnitte durch eine frische Drüse vermittelst eines Gefriermikrotoms, übertrage den Schnitt in ein Probirgläschen, das etwa bis zu $^1/_4$ seines Volumens mit Wasser gefüllt ist und schüttele das Ganze mehrere Male. Hierbei fallen die Leukocyten aus den Maschen des Retikulums heraus und lassen letzteres frei hervortreten.

210. Man kommt zu denselben Resultaten, wenn man einen in der eben angegebenen Weise angefertigten Schnitt auf den Objektträger ausbreitet, mit Wasser benetzt und mit einem feinen Malerpinsel vorsichtig betupft. Die Leukocyten bleiben am Pinsel hängen. Die beiden Methoden (His **61**) können auch an gehärteten Schnitten, die vorher etwa einen Tag im Wasser gelegen haben, angewandt werden. Die Entfernung der Leukocyten ist aber hierbei niemals eine so vollständige wie an frischen Schnitten.

211. An dicken Schnitten wird das Retikulum durch die Leukocyten verdeckt. Fertigt man aber äusserst dünne Schnitte (nicht über 3 μ) von Objekten, welche namentlich mit Flemming'scher Flüssigkeit behandelt worden sind, so kommt das adenoide Gewebe ohne Weiteres deutlich zum Vorschein.

212. Durch das Verdauen der Schnitte mit Trypsin wird das retikuläre Gewebe ebenfalls isolirt dargestellt. Werden solche verdaute Schnitte mit Wasser ausgeschüttelt, auf einem Objektträger ausgebreitet und angetrocknet, dann mit einer Lösung von Pikrinsäure (1 g in 15 Alkohol und 30 Wasser) befeuchtet, worauf man den Schnitt abermals eintrocknen lässt, ihn dann mit einigen Tropfen Fuchsin S befeuchtet (Fuchsin S 1 g, Alkohol 33, Wasser 66) und eine halbe Stunde stehen lässt, die Fuchsinlösung abtröpfelt, kurze Zeit mit der schon erwähnten Pikrinlösung wäscht, mit abs. Alkohol, Xylol weiter behandelt und in Kanadabalsam einschliesst, so bekommt man sowohl aus den Lymphdrüsen wie auch aus der Milz das retikuläre Gewebe klar und in einer schönen rothen Farbe dargestellt (F. Mall).

213. Die Behandlung der Milz schliesst sich auf das Engste an die der Lymphdrüsen an.

214. Bei allen diesen Organen (Lymphdrüse, Milz und Knochenmark) kann man durch Abschaben einer frischen Schnittfläche etwas Saft gewinnen, welchen man in derselben Weise weiter untersuchen kann, wie Blut und Lymphe (siehe Technik dieser).

Schnitte durch in Flemming'scher Flüssigkeit oder Alkohol fixirte Stücke von Lymphdrüsen und Milz können auch mit den Granula-Methoden von Ehrlich untersucht werden.

215. In der Milz kann man mit der Chromsilbermethode eigenthümliche Netze, Gitterfasern, zur Darstellung bringen (Oppel **91**).

216. Die Untersuchung des Knochenmarkes reiht sich hier an. Das der Diaphyse wird so herausgenommen, dass man den Knochen der Länge nach mit einem Meissel sprengt. Bei einiger Uebung gelingt es leicht, ganz unversehrte Stücke des Markcylinders herauszubekommen, welche man dann in üblicher Weise fixirt und in Schnitte zerlegt. — Bei der Epiphyse untersucht man entweder den durch einen Schraubstock herausgepressten Saft, oder entkalkt einen kleineren Komplex von Spongiosabälkchen. Im ersteren Falle untersucht man nach Methoden, die beim Blute angewandt worden sind; im zweiten bedient man sich der Schnittmethode (cf. auch die Versteinerungsmethode T. 158).

Im Uebrigen kann man hier mutatis mutandis dieselben Methoden, die wir bei den Lymphdrüsen und Milz kennen gelernt haben, anwenden.

217. Im Knochenmark hat Enderlen mit der Chromsilbermethode ebenfalls Gitterfasern dargestellt.

II. Verdauungsorgane, Apparatus digestorius.

Der Darmkanal mit seinen Derivaten entsteht aus dem unteren Keimblatte, dem Entoderm. Aber das letztere erstreckt sich nicht bis zu den nach aussen führenden Oeffnungen, sondern das Ektodern bildet an diesen Stellen Einstülpungen, welche dem zu dieser Zeit noch blind geschlossenen Darme entgegenwachsen und sich schliesslich mit der Darmhöhle in Kommunikation setzten. Dies geschieht sowohl bei der Bildung der Mundhöhle, die erst sekundär in Mund- und Nasenhöhle getrennt wird, wie auch am After. Die Grenze zwischen dem ektodermalen und dem entodermalen Abschnitt des Verdauungsrohres ist vorne etwa durch die innere Choanenapertur, dann durch den Arcus palato-pharyngeus gegeben. Alles, was vor diesen Grenzen liegt, ist ektodermalen Ursprungs, also die ganze Mund- und Nasenhöhle mit ihren Abkömmlingen. Die diese Höhlen auskleidende Haut ist aber schon echte Schleimhaut: sie schliesst sich ihrem Bau nach der Schleimhaut des Darmes eng an.

A. Die Mundhöhle.

Das Epithel der Mundschleimhaut ist ein mehrschichtiges Pflasterepithel, welches sich von dem der Epidermis dadurch unterscheidet, dass das Stratum granulosum hier nicht als selbständige Schicht auftritt, das Str. lucidum fehlt und die Verhornung der dem Stratum corneum der Haut entsprechenden Schicht keine vollkommene zu sein pflegt (vergl. Haut). Auch die Zellen der oberflächlichsten Lagen enthalten hier Kerne, die allerdings zum Theil atrophirt sind, aber immer noch Chromatin erkennen lassen und in Folge dessen stets nachweisbar sind. Auf das Epithel folgt ein als Stratum proprium (Lamina propria N.) bezeichnetes, noch zur Schleimhaut gehöriges mesodermales Gewebe, in welchem auch die zahlreichen Drüsen eingelagert

sind. Das Stratum proprium besteht aus fibrillärem Bindegewebe mit wenigen elastischen Fasern und aus adenoidem Gewebe mit zahlreich eingelagerten lymphoiden Zellen; dasselbe ist also im Wesentlichen ein diffus vertheiltes, lymphoides Gewebe mit eventuell in dasselbe eingelagerten Drüsen.

Unter der Schleimhaut befindet sich eine hauptsächlich aus faserigem Bindegewebe und elastischen Fasern bestehende Schicht, Stratum submucosum, Submucosa (Tela submucosa N.). Der Uebergang des Gewebes des Stratum proprium in das der Submukosa ist in der Mundschleimhaut ein ganz allmählicher. Analog dem Str. papillare des Coriums (s. Haut) enthält auch die oberflächliche Lage des Str. proprium äusserst feine elastische und Bindegewebselemente, welche sich am Aufbau der Papillen betheiligen.

Die Papillen selbst sind entweder einfache oder zusammengesetzte (verzweigte) Erhebungen des Stratum proprium und, je nach der Region, von verschiedener Höhe; ebenso variirt, je nach dem Orte, die Dichtigkeit ihrer Anordnung. Alle diese Papillen sind gefässtragend und beziehen ihre Gefässe aus einem in dem Str. proprium oberflächlich gelegenen arteriellen Netze, welches letztere durch vielfache Anastomosen mit gröberen in der Submukosa gelegenen Gefässnetzen in Verbindung steht. Die gleiche Lage nehmen auch die Lymphgefässe ein.

Das Stratum proprium ist nervenreich. Die Nerven haben zum Theil Beziehungen zu den in den Papillen gelegenen Krause'schen Endkolben (vergl. Haut), oder man sieht sie an einzelnen Stellen bis an das Epithel ziehen, wo sie mit ihren Telodendrien, die Epithelzellen umspinnend, frei endigen.

Am rothen Lippensaume sind die Papillen auffallend hoch; das die Kuppen derselben überziehende Epithel ist von geringer Höhe (Fig. 105). Hier kommen ausser den Talgdrüsen, welche in den Mundwinkeln liegen und frei an der Oberfläche ausmünden, keine anderen Drüsenelemente vor. In der Schleimhaut (Stratum mucosum, Tunica mucosa N.) der Lippen und Wangen sind die Papillen niedrig und breit; es münden hier zahlreiche zusammengesetzte alveoläre Drüsen aus, die Glandulae labiales und buccales, deren Bau sich dem Bau der grossen Speicheldrüsen anschliesst (siehe diese).

Das Zahnfleisch (Gingiva) hat sehr hohe und schmale Papillen, welche hier nur von wenigen Epithellagen überzogen sind (daher Blutung bei geringsten Verletzungen). Der den Zahn überziehende Theil desselben ist papillenlos. Drüsen enthält das Zahnfleisch nicht.

Die Papillen des harten Gaumens stehen schräg, mit ihren Spitzen nach der Mundöffnung gerichtet. Die Submukosa ist mit dem Periost innig verbunden und enthält, namentlich in ihrer hinteren Partie, zahlreiche Drüsen. Die Papillen des weichen Gaumens sind sehr niedrig und können

auch fehlen. Etwas höher sind sie auf der vorderen Fläche der Uvula (Palatina). Auf der hinteren Fläche der letzteren kommen Flimmerepithelien,

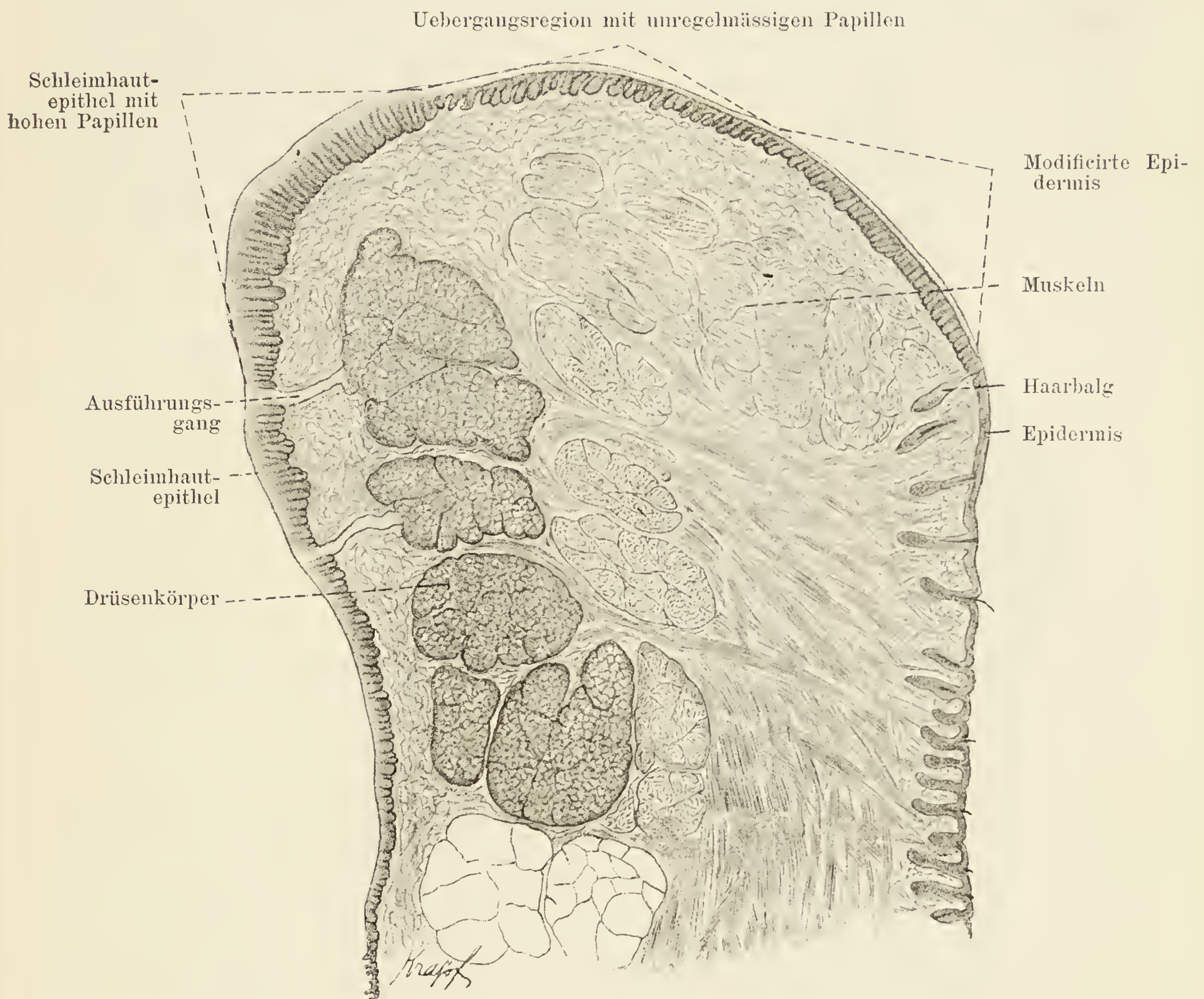


Fig. 105.
Schnitt durch die Unterlippe des Menschen. 18mal vergr.

welche inselartig zwischen geschichteten Pflasterepithelien zerstreut sind, vor. Im weichen Gaumen und in der Uvula sind ebenfalls alveoläre Schleimdrüsen anzutreffen.

1. Zähne.

a) Bau des fertigen Zahnes.

Ein fertiger Zahn ist aus drei Substanzen aufgebaut: 1. aus dem Schmelz (Substantia adamantina), 2. aus dem Dentin (Subst. eburnea) und 3. aus dem Zement (Subst. ossea). Letzteres überzieht den in der Alveole des Kiefers steckenden Theil des Zahnes, die Zahnwurzel, ersteres den

frei in die Mundhöhle vorragenden Theil desselben — die Zahnkrone. Da, wo Zement und Schmelz aneinanderstossen, befindet sich der Zahnhals. Die Hauptmasse des Zahnes besteht hingegen aus Dentin, das sowohl in der Krone, als auch in der Wurzel vorhanden ist. Sämmtliche eben genannten Substanzen des Zahnes sind durch Ablagerungen von Kalksalzen hart geworden. Jeder Zahn schliesst in sich eine von Dentin umgebene Höhle, die Zahnhöhle (Cavum dentis) ein, welche mit einer weichen, faser-, gefäss- und nervenreichen Pulpa ausgefüllt ist. Derjenige Theil der Zahnhöhle, der in der Achse der Zahnwurzel liegt, heisst Wurzelkanal; durch eine Oeffnung des letzteren (Foramen apicis dentis) verbindet sich die Pulpa mit dem periostalen Bindegewebe der Zahnalveole.

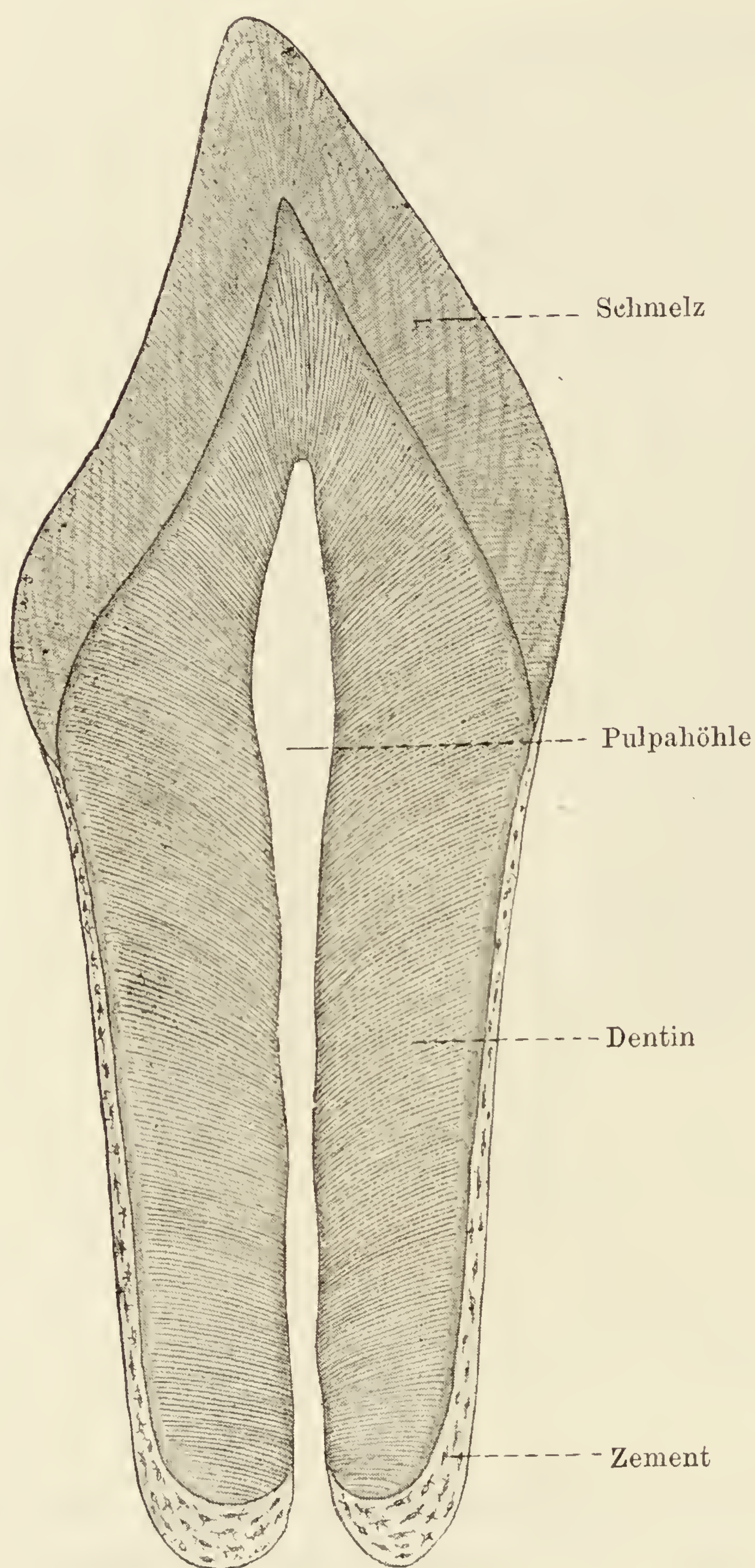


Fig. 106.
Schema eines Längsschliffes durch einen einwurzeligen Zahn des Menschen. Im Schmelz sieht man die Retzius'schen Linien.

Der Schmelz ist eine sehr harte Substanz, die härteste des Körpers und lässt sich in dieser Beziehung mit dem Quarze vergleichen. An unversehrten Zähnen ist der Schmelz von einem sehr resistenten, äusserst dünnen, strukturlosen Schmelzoberhäutchen (Cuticula dentis) überzogen.

Im Schmelz ist sehr wenig organische Substanz enthalten (3—5 %). Er löst sich in Folge dessen fast ohne Rückstand in Säuren auf. Die den Schmelz zusammensetzenden Elemente sind prismatische Säulen, welche seine ganze Dicke, also vom Oberhäutchen bis zum Dentin durchsetzen. Diese Schmelzprismen (Prismata adamantina) sind an der Oberfläche des Zahnes dicker als am Zahnbein, ihr Querschnitt ist polygonal. Sie werden miteinander durch Kittsubstanz verbunden, welche etwas resistenter als die Substanz der

Prismen selbst ist. Beim erwachsenen Menschen sind sie vollständig homogen, lassen aber bei Föten und sogar noch bei Neugeborenen eine (fibrilläre) Längsstreifung erkennen. Während ihres Verlaufes durch die Dicke des Schmelzes ändern sie durch Biegungen in regelmässiger Weise ihren Verlauf und durchkreuzen sich gruppenweise nach bestimmten Regeln. Ausserdem sieht man im Schmelz die Retzius'schen Parallelstreifen (s. Fig. 106), welche als Ausdruck der schichtenweisen (periodischen) Ablagerung der Kalksalze aufzufassen sind; sie sind demnach sehr variabel und von dem Ernährungszustand während der Kalkablagerung abhängig (Berten).

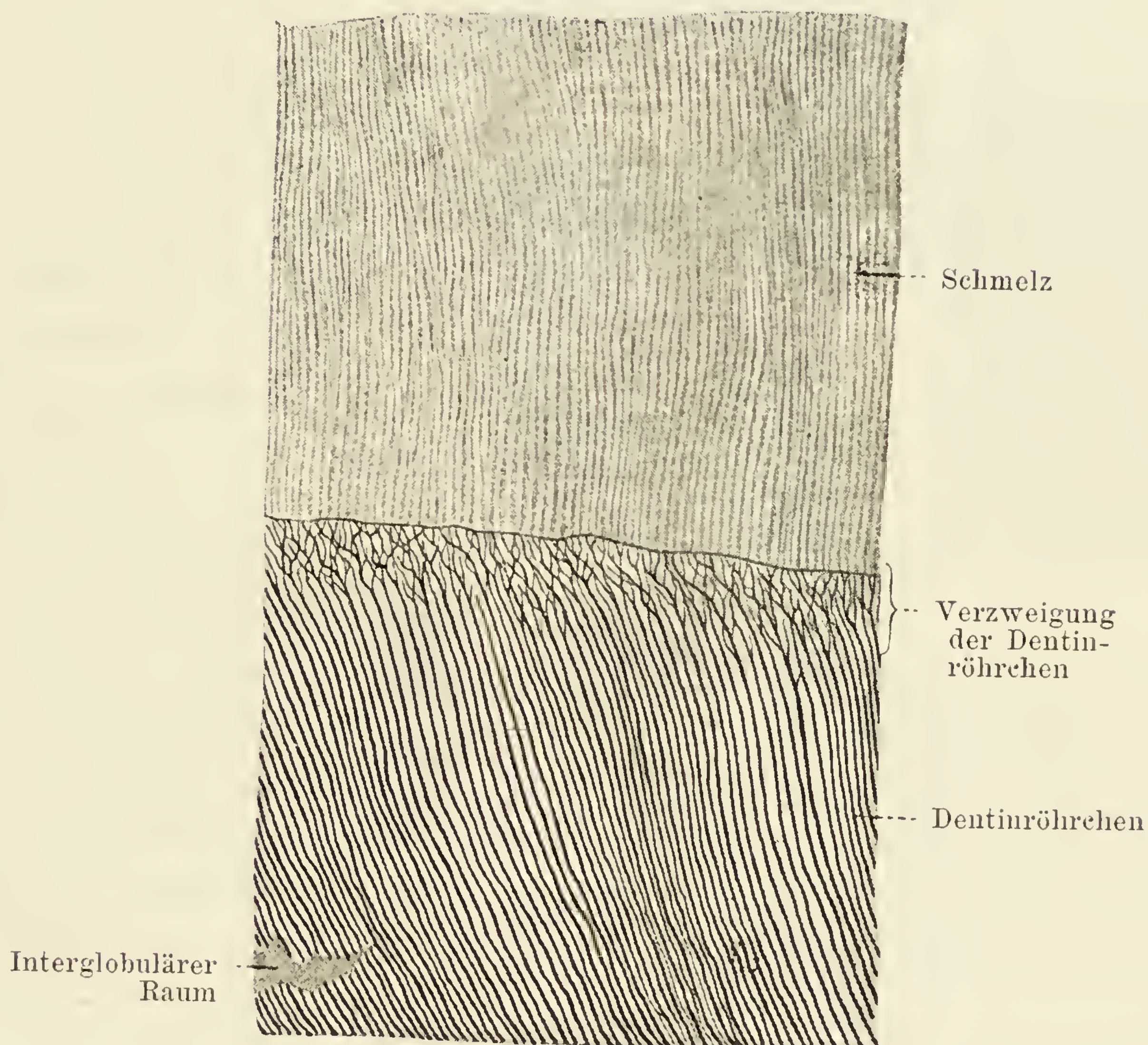


Fig. 107.
Stück eines Zahnschliffes vom Menschen, Schmelz und Dentin zeigend. 170mal vergr. Technik Nr. 219.

Das Dentin oder Zahnbein ist nach dem Schmelz das härteste Gewebe des Zahnes. Nach dem Entkalken bleibt hier eine Substanz übrig, die leimgebend ist. Das Dentin wird von einem System von im Allgemeinen quer verlaufenden Kanälen, den sog. Dentinröhrchen (Canaliculi dentales) (von 1,3—4,5 μ breit) durchzogen, welche ihren Anfang in der Pulpahöhle nehmen und sich während ihres Verlaufes leicht S-förmig krümmen. Im äusseren Drittel verzweigen sie sich mehrfach und werden allmählich enger. Sie gelangen in der Regel bis zum Schmelz, während einzelne von ihnen ausnahmsweise die Grenze des Schmelzes sogar überschreiten können. Bis zum

Zement gelangen sie niemals, sondern lassen hier eine Zone frei, in welcher die gleich zu erwähnende Grundsubstanz des Dentins allein vorhanden ist. Die Zahnröhrchen besitzen eine isolirbare Scheide, vergleichbar mit den Primitivröhrchen im Knochen, die Zahnscheide (Neumann) und enthalten in ihrem ganzen Verlaufe einen fadenförmigen Fortsatz gewisser Pulpazellen (Odontoblasten), die Zahnfaser. Die Grundsubstanz des Dentins besteht, wie v. Ebner **91** fand, aus Gruppen von Bindegewebsfibrillen, welche in der Zahnwurzel im Allgemeinen parallel der Längsachse des Zahnes verlaufen und in der Zahnkrone senkrecht zu den Dentinröhrchen stehen. Die erwähnten S-förmigen Krümmungen der letzteren verursachen hier die schon mit Lupenvergrösserung sichtbaren Schreger'schen Linien des Dentins. Im Dentin trifft man oft eigenthümliche, unregelmässig geformte, verzweigte Räume — Interglobular-Räume (Spatia interglobularia), welche unverkalkt gebliebenen Stellen entsprechen.

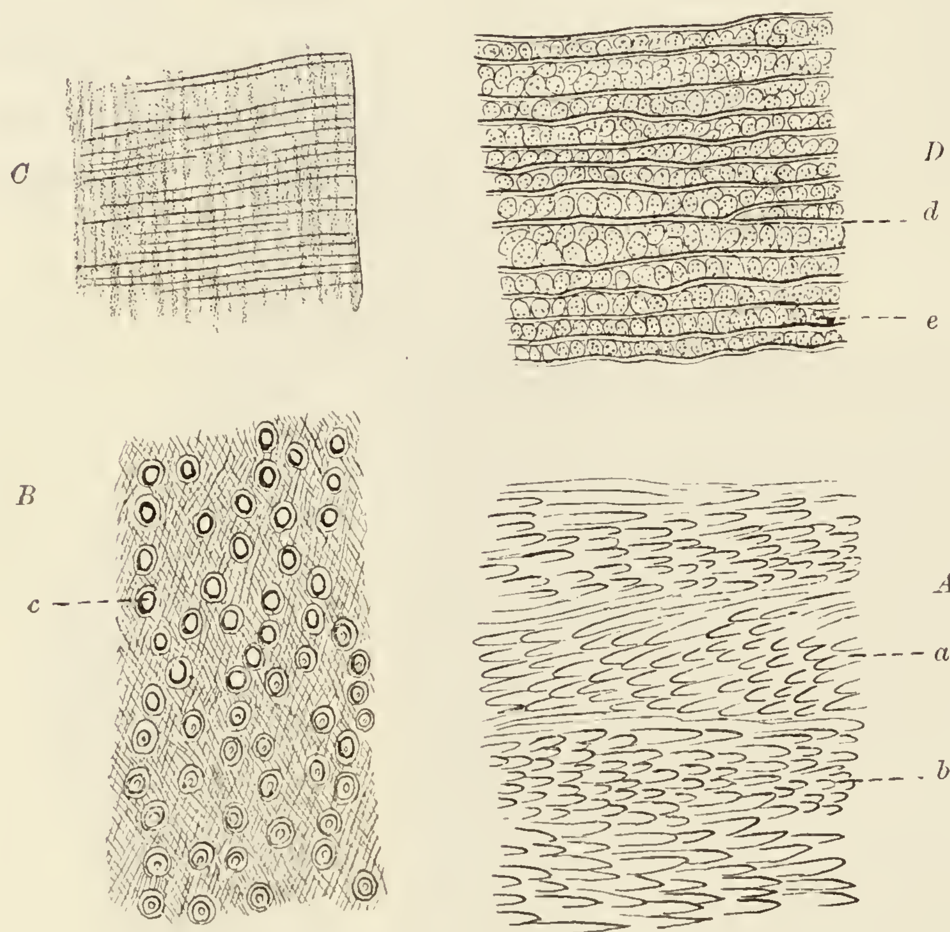


Fig. 108.

A Stück eines Längsschliffes durch einen bleibenden Backenzahn des Menschen aus der Mitte der Schmelzdicke, mit verdünnter Salzsäure geätzt. *B* tangentialer, *C* radiärer und *D* ein querer Schnitt durch das Dentin eines menschlichen Zahnes, die fibrilläre Struktur der Grundsubstanz zeigend. Aus von Ebner **91**.

a und *b* zwei Schichten, in welchen die Richtung der Schmelzprismen wechselt. Bei *c* sieht man die Zahnfaser und die Scheide; *e* Fibrillengruppen; *d* Zahnkanälchen.

Das Zement liegt dem Dentin eng an und ist ein Knochengewebe, das aus parallelen, in der Regel keine Havers'schen Kanäle enthaltenden Lamellen besteht. Es kommen aber auch Zementlamellen vor, welche streckenweise auch der Knochenkörperchen entbehren. Als besonderes Charakteristikum des Zementes ist das Vorhandensein einer grossen Menge von Sharpey'schen Fasern, die sich namentlich in jenen Theilen anhäufen, welche keine Knochenkörperchen enthalten. Diese Fasern sind meistens in unverkalktem Zustande anzutreffen.

Die Grundsubstanz der Pulpa besteht aus feinsten Bindegewebsfibrillen und Zellen. Das Charakteristische für dieses Gewebe ist 1., dass die Fibrillen niemals zu Bindegewebsfasern verbunden sind und 2. die gänzliche Abwesenheit der elastischen Fasern. Die Blutgefäse sind zahlreich; die Arterien pflegen

mit den Nerven zusammen zu verlaufen und liegen oft in Rinnen der Nervenstämmchen. An der Oberfläche der Pulpa ist eine kontinuirliche Schicht von Zellen (Odontoblasten) gelegen: es sind Cylinderzellen mit einem pulpawärts liegenden Kerne und mit 2—3 dentinwärts verlaufenden Fortsätzen. Diese Fortsätze sind eben diejenigen Fasern, welche in den Dentinröhrchen verlaufen und als Dentinfasern bereits erwähnt wurden. Pulpawärts senden die Odontoblasten ebenfalls, in der Regel aber nur einen Fortsatz aus. Solche Fortsätze kann man mitunter sich verflechten und auf diese Weise Netze bilden sehen.

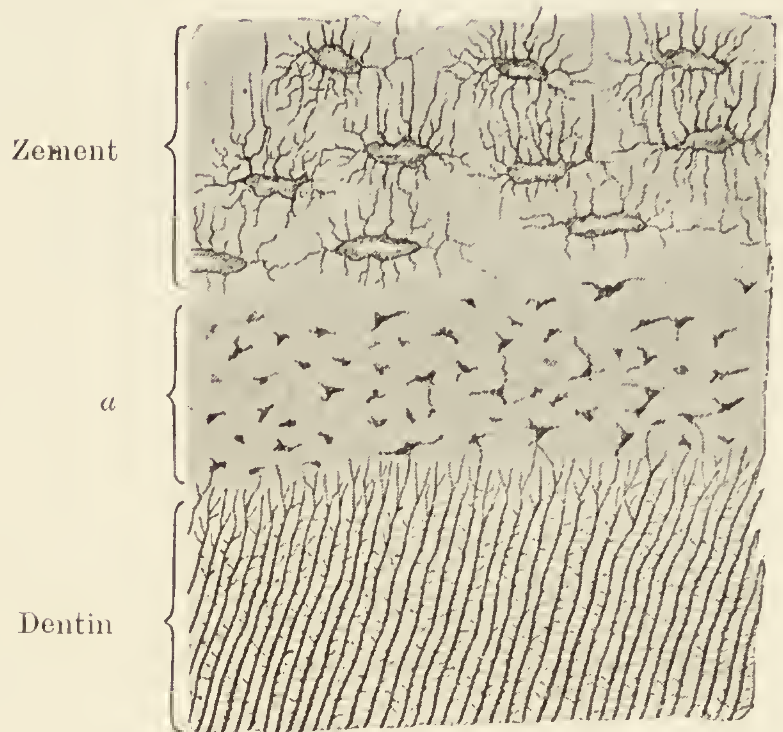


Fig. 109.
Stück eines Zahnschliffes vom Menschen, Zement und Dentin zeigend. 212mal vergr. Technik Nr. 219 (s. auch T. 152.)
Bei *a* kleine, interglobuläre Räume (Tomes'sche Körnerschicht.)

Die Verbindung zwischen Zahn und dem Periost der Alveole geschieht durch die Wurzelhaut des Zahnes, das Zahnperiost. Letzteres besteht aus Bindegewebsbündeln (elastische Fasern fehlen hier), welche sich direkt in die Sharpey'schen Fasern des Zementes fortsetzen. Gegen den Zahnhals zu geht das Zahnperiost kontinuirlich in die Submukosa des Zahnfleisches über. Manchmal findet man in ihm eigenthümliche epitheliale Zellenanhäufungen, welche als Reste des Schmelzorganes (s. unten) zu deuten sind.

b) Entwickelung der Zähne.

Die erste Anlage der Zähne erfolgt schon im zweiten Fötalmonat und beginnt mit der Entwickelung einer längs des inneren Kieferrandes ziehenden Furche, der Zahnfurche. Vom Boden der letzteren geht eine epitheliale Leiste aus, welche die Anlagen der Schmelzorgane liefert und als Zahnleiste (Schmelzleiste) bezeichnet wird. An denjenigen Stellen, an welchen die Milchzähne (Dentes decidui) auftreten werden, und entsprechend ihrer Zahl bildet die Zahnleiste solide Einsenkungen, Wucherungen, die man Schmelzorgane nennt. Entsprechend den verschiedenen Stadien der Zahnentwickelung ist das Schmelzorgan zuerst kolbenförmig, worauf sich seine Basis verbreitet, abflacht und schliesslich durch eine gegen das Organ wachsende Bindegewebspapille, Zahnpapille (Papilla dentis) eingestülpt wird. Das Schmelzorgan wird hierdurch einer mit eingestülptem Boden versehenen Flasche ähnlich. Während dieser Zeit wächst dasselbe allmählich in die Tiefe, bleibt jedoch durch einen epithelialen Strang mit

dem Epithel der Zahnleiste verbunden, die jetzt auf der medialen Seite des Schmelzorganes liegt. In diesem Stadium besteht das Schmelzorgan aus einer äusseren Lage von cylindrischem Epithel, welches die direkte Fortsetzung der basalen Zellen des Epithels der Mundschleimhaut, resp. der Zahnleiste ist, während im Innern des Organes das Epithel, ein Derivat des Stratum Malpighii des Mundepithels, eine Umwandlung erleidet, indem zwischen seinen Zellen, also in den interspinalen Räumen (siehe Haut), sich Lymphplasma ansammelt, wodurch die Zellen auseinanderweichen, ihre Stacheln sich zu längeren Fortsätzen entwickeln, so dass jede Zelle schliesslich sternförmig wird. Auf diese Weise entsteht nach und nach die Schmelzpulpa.

Das nächste Stadium wird dadurch charakterisirt, dass die Zahnpapille immer mehr in die Höhe wächst und vom Schmelzorgan von allen Seiten kappenförmig umhüllt wird. Die cylindrischen, der Papille anliegenden Zellen des Schmelzkeimes (Adamantoblasten) werden hoch, durchlaufen weitere Veränderungen und werden schliesslich zu den Schmelzprismen des Zahnes. Die dem Schmelzorgan zugewandte Peripherie der Zahnpapille ist ebenfalls von einer Reihe hoher cylindrischer Zellen (Odontoblasten) eingenommen, welche letzteren bindegewebigen Ursprungs sind und später das Zahnbein hervorgehen lassen.

Während dieser ganzen Zeit sondert sich vom umgebenden Bindegewebe eine zellen- und faserreiche Schicht ab, welche die ganze Anlage umhüllt und das sogenannte Zahnsäckchen bildet.

Was zunächst die Ausbildung des Schmelzes betrifft, so muss angegeben werden, dass die basalen, der Papille zugewandten Flächen der Adamantoblasten Cuticularsäume bilden, die gleich nach ihrer Entstehung zu einer zusammenhängenden Cuticula werden. Dann sondert die Zelle, wie angenommen wird, durch die Cuticula hindurch, eine faserig erscheinende Masse ab (Tomes'sche Fortsätze), die später verkalkt und homogen wird. (Vielleicht entsteht die fragliche Substanz als eine Verdickung und Differenzirung der Cuticularsäume selbst.) Die Verkalkung beginnt in der Mitte je eines einem Adamantoblasten entsprechenden Abschnittes der gebildeten Cuticula, erfolgt aber zwischen diesen Territorien, also innerhalb der Zellgrenzen (Kittsubstanz der Autoren), erst später. Dieser Prozess schliesst damit ab, dass die Adamantoblasten sammt ihrem Kerne und sammt dem ganzen übrigen Theile des Schmelzorganes zu Grunde gehen. Hierdurch kommt die Cuticula oberflächlich zu liegen und wird schliesslich zum Oberhäutchen des Zahnes.

Durch einen analogen Prozess wird von Seiten der Odontoblasten das Dentin gebildet. Hier bilden die epithelial angeordneten Zellen nach aussen eine homogen aussehende Masse, die sich bald zu einer kontinuirlichen Schicht gestaltet, indem die Produkte benachbarter Zellen, analog den Cuticularsäumen, zu einer als Membrana praeformativa bezeichneten Bildung zusammenfliessen. Die weitere Entwickelung des Dentins ist von der des Schmelzes wesentlich verschieden. Die Grundsubstanz des Dentins entsteht

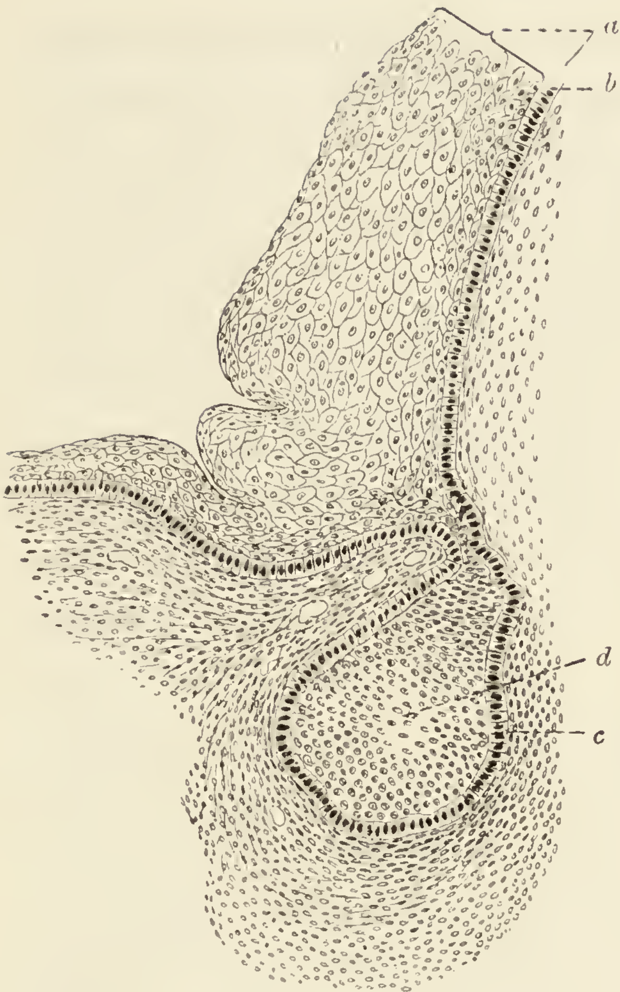


Fig. 110.



Fig. 111.

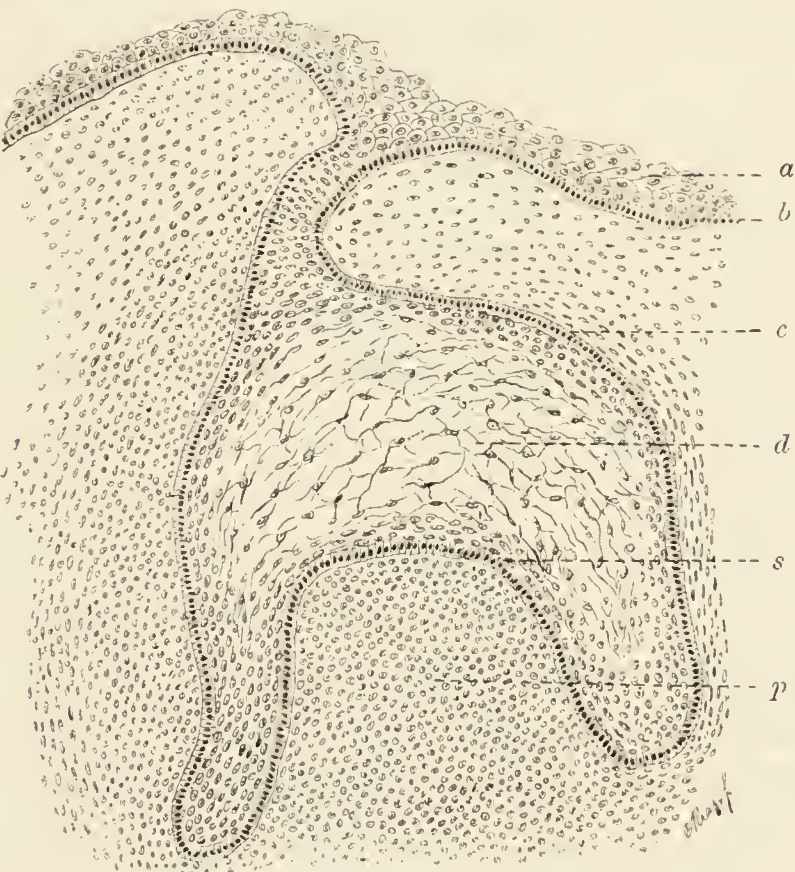


Fig. 112.

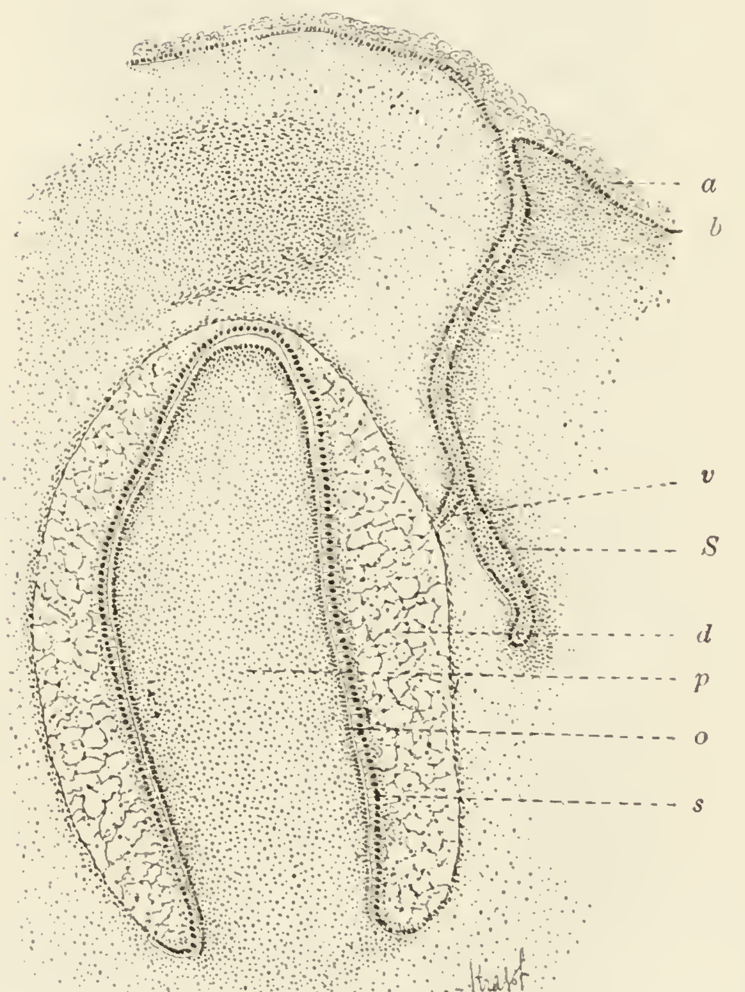


Fig. 113.

Vier Stadien aus der Entwickelung des Zahnes vom Schafembryo (aus dem Unterkiefer) Schnitte. Fig. 110 Anlage des Schmelzorganes mit dem Mundepithel durch die Zahnleiste verbunden. Fig. 111 erste Anlage der Zahnpapille. Fig. 112 weiter vorgeschrittenes Stadium mit grösserer Papille und sich differenzirender Schmelzpulpa. In Fig. 113 sprosst aus der Zahnleiste die Anlage der Zahnleiste (Schmelzleiste) des bleibenden Zahnes. Auf der Papille differenziren sich die Odontoblasten. Fig. 110, 111 und 112 110mal vergr. Fig. 113 40mal vergr.

a Epithel der Mundhöhle; *b* die basale Schicht derselben; *c* die oberflächlichen Zellen des Schmelzorganes; *d* Schmelzpulpa; *p* Zahnpapille; *s* Schmelzbildner (Adamantoblasten); *o* Odontoblasten; *S* Zahnleiste des bleibenden Zahnes; *v* Theil der Zahnleiste des Milchzahnes; *u* Bindegewebe der Umgebung.

auf Kosten der Seitentheile der Odontoblasten (unter der M. praeformativa) und nur der axiale Theil des letzteren bleibt als Zahnfaser unverändert erhalten. Der basale, kernhaltige Theil der Zelle besteht als solcher im Ganzen fort und persistirt weiterhin als Odontoblast der fertigen Pulpa. Durch Verschmelzung der einzelnen, den Zellen entsprechenden Abtheilungen der gebildeten Grundsubstanz, wird die letztere einheitlich. Allmählich werden in ihr Bindegewebsfibrillen deutlich und die Verkalkung beginnt.

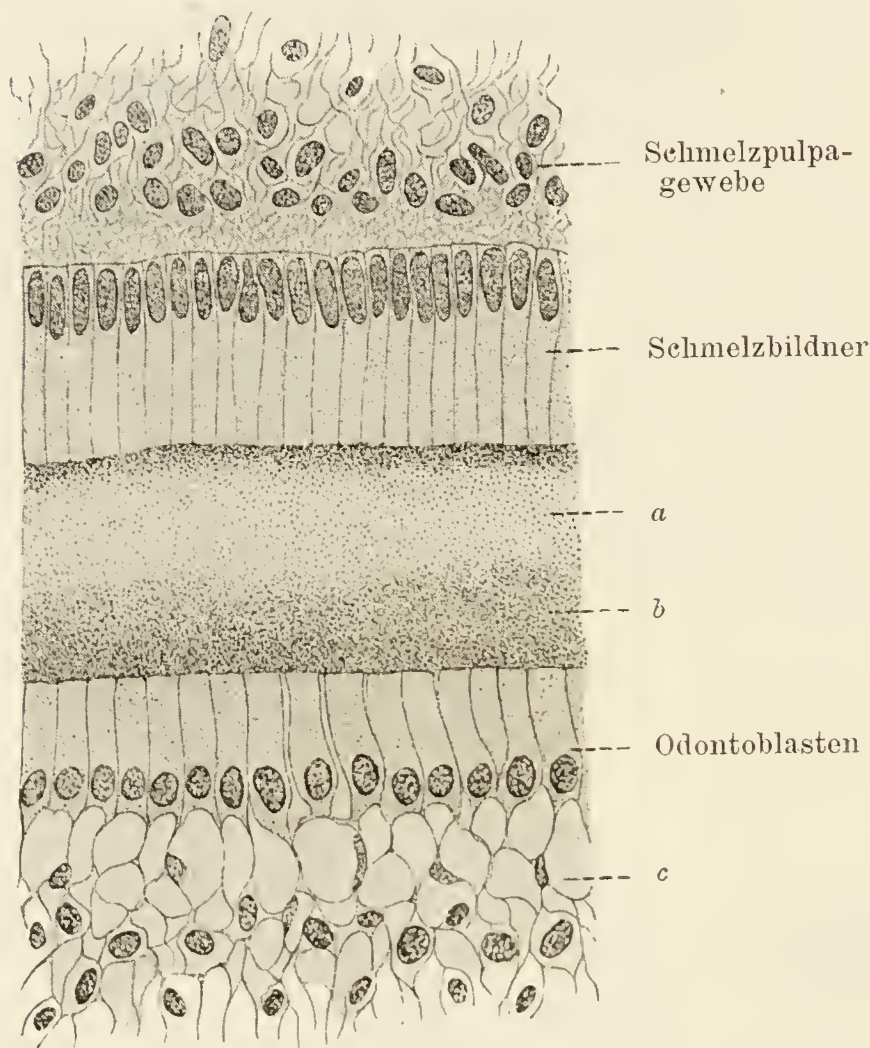


Fig. 114.

Stück eines Querschnittes durch eine Zahnanlage (Stadium später als in Fig. 113). 720mal vergr.

Dentin ausgebildet, ist aber infolge der Entkalkung homogen geworden, mit Bleu de Lyon färbt er sich zonenweise (*a* und *b*). Bei *c* sind die intimen Beziehungen der Odontoblasten zu dem Gewebe der Zahnpulpa zu sehen.

Die Membrana praeformativa bleibt faserlos, verkalkt erst viel später, liegt unmittelbar unter dem Schmelz oder dem Zement und enthält im normalen Zahne konstant kleine interglobuläre Räume. Beim fertigen Zahn wird diese Membran im Ganzen als die Tomes'sche Körnerschicht bezeichnet.

Das Zement ist nichts anderes als ein periostal (exostotisch) entstandener Knochen, der aus dem Gewebe des Zahnsäckchens hervorgeht und sich an das Dentin anlegt. Da das Schmelzorgan fast die ganze Zahnpapille überzieht, so muss an der späteren Zahnwurzel ein Theil desselben sich zurückbilden, damit das Zement sich an das Dentin anlegen kann. Reste dieses sich rückbildenden Theiles des Schmelzorganes sind bereits als epitheliale Zellennester in der Zahnwurzel erwähnt worden (p. 147).

Das Innere der Zahnpapille verwandelt sich in das Gewebe der Zahnpulpa.

Schon im dritten Monat entstehen neben den weit voraus entwickelten Milchzahnanlagen als seitliche mediale Wucherungen der Zahnleiste die Schmelzorgane der bleibenden Zähne (Dentes permanentes). Sie entwickeln sich weiter auf dieselbe Weise wie die Milchzähne. Schliesslich bricht der Milchzahn durch das Epithel des Zahnfleisches durch, und seine Krone kommt äusserlich zum Vorschein. Ist der bleibende Zahn soweit entwickelt,

dass er zum Durchbruche bereit ist, so treten an der Wurzel des Milchzahnes Resorptionsvorgänge ein, welche wie beim Knochen durch gewisse Zellen eingeleitet werden, welche man hier als Odontoklasten bezeichnet. Die Krone des Milchzahnes wird durch das Vorrücken des bleibenden Zahnes herausgestossen.

Die Schmelzorgane der molaren Zähne entwickeln sich ebenfalls von einer Zahnleiste aus, welche als eine nach hinten gehende Verlängerung der embryonalen Leiste betrachtet werden muss.

Hinsichtlich der Zähne und der Zahnentwickelung vergleiche namentlich von Ebner (**91**), dessen Aufsätzen wir in unserer Schilderung vielfach gefolgt sind.

2. Die Zunge.

a) Die Zungenschleimhaut und ihre Papillen.

Die Schleimhaut der Zunge ist im Ganzen von der übrigen Schleimhaut der Mundhöhle nicht verschieden, doch muss hervorgehoben werden, dass die Submukosa im grössten Theil der Zunge wenig entwickelt und in Folge dessen ist die Schleimhaut am Zungenrücken und an der Zungenwurzel nicht verschiebbar. Fernere Eigenthümlichkeiten der Zungenschleimhaut sind: 1. das Fehlen der Drüsen am Zungenrücken, 2. das Vorhandensein epithelialer Papillen am gleichen Orte und 3. das Vorhandensein von sogenannten Zungenbälgen an der Zungenwurzel.

Die Oberfläche der Zunge ist am Zungenrücken rauh, eine Beschaffenheit, welche durch die epithelialen Erhabenheiten, Zungenpapillen (Papillae linguales) bedingt wird. Die letzteren sind hier wesentlich Bildungen des Epithels, welche aber mit ebenfalls als Papillen bezeichneten, vom Bindegewebe aus entstehenden Gebilden nicht verwechselt werden dürfen.

Es giebt verschiedene Arten von Zungenpapillen. Die am zahlreichsten vertretenen sind die fadenförmigen Papillen — Papillae filiformes et conicae (0,7—3 mm lang). Sie sind am ganzen Zungenrücken verbreitet und bestehen aus konischen Erhebungen des Epithels und des Stratum proprium mucosae. Die Bindegewebspapillen sind hier schmal und hoch. Die basalen Schichten des Epithels unterscheiden sich von den gleichen Lagen der übrigen Schleimhaut nicht, hingegen sind die übrigen Schichten dadurch ausgezeichnet, dass die Zellen nach der Längsachse der Zungenpapille gerichtet sind und sich dachziegelförmig überdecken. Ihr freies Ende läuft oft in mehrere Spitzen aus.

Weniger zahlreich sind die zwischen den Filiformes überall zerstreuten pilzförmigen Papillen — Papillae fungiformes (lenticulares N.) (0,7—1,8 mm hoch). Sie sind annähernd halbkugelförmig und sitzen mit einem etwas engeren Stiel der Zungenoberfläche auf; zuweilen ist das ganze Gebilde in die Schleimhautoberfläche etwas eingesenkt. Das Stratum pro-

prium erhebt sich mit dem epithelialen Theil der Papille und bildet hier Bindegewebspapillen. An der freien Fläche der P. fungiformis kommen Geschmacksknospen oder Schmeckbecher vor; sie liegen im Epithel, die Dicke desselben durchsetzend (s. p. 153).

Eine ganz bestimmte Lage auf dem Zungenrücken nehmen die Papillae circumvallatae (vallatae, umwallte Papillen) ein. Sie liegen in zwei Linien, welche einen nach vorn offenen Winkel bilden und sich unmittelbar

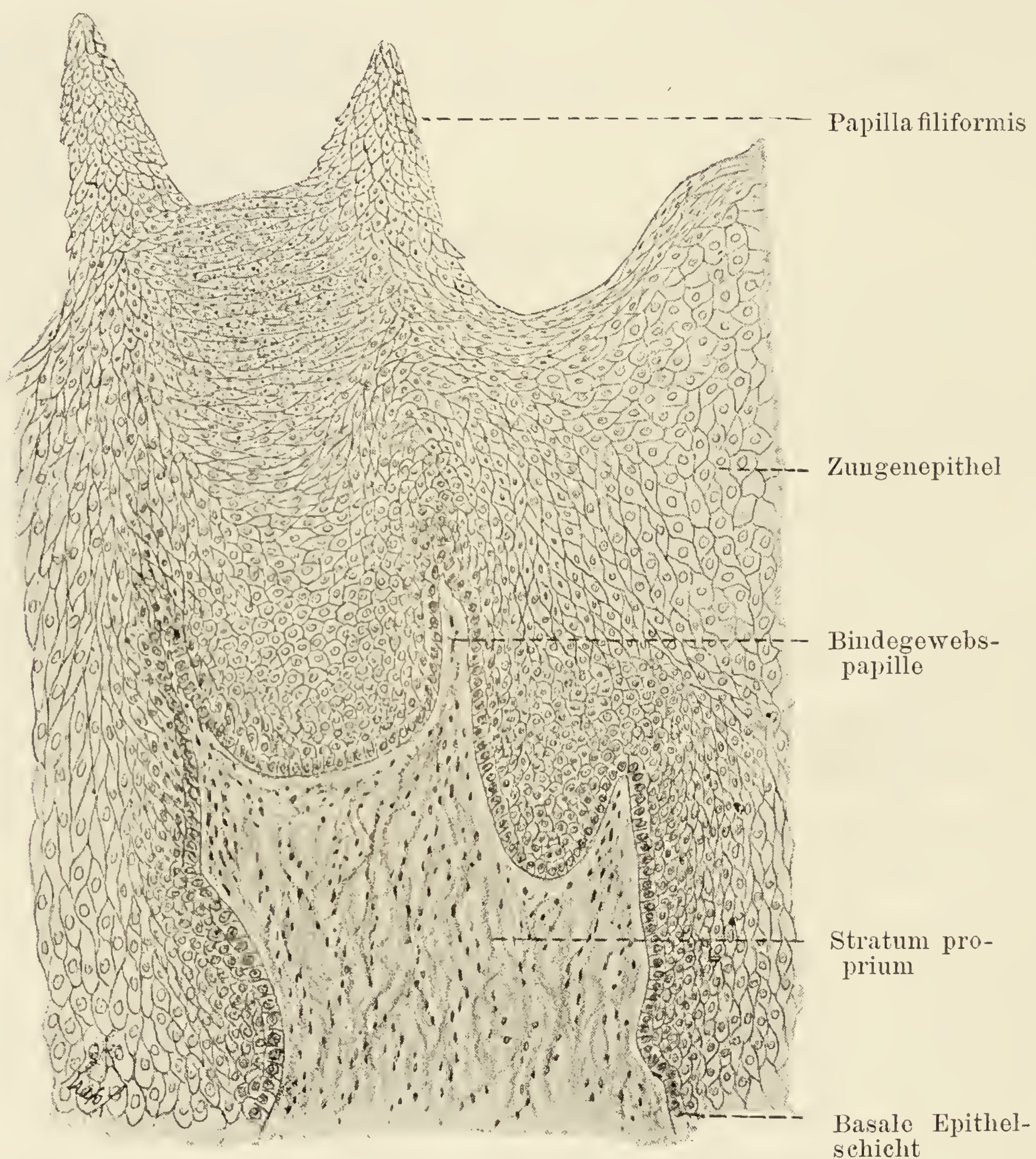


Fig. 115.

Aus einem Durchschnitt durch die Zunge des Menschen, kurze, fadenförmige Papillen zeigend. 140mal vergr.

vor dem Foramen caecum (Morgagnii) vereinigen. Die Zahl dieser Papillen ist eine geringe, ungefähr 8—15 im Ganzen. In ihrer Gestalt sind sie den Pp. fungiformes ähnlich, nur sind sie viel grösser (1—2 mm Durchmesser) und noch tiefer in die Zungenschleimhaut eingesenkt, derart, dass letztere um sie herum einen Wall bildet. Auch hier erhebt sich das Stratum proprium mit den Papillen, erzeugt aber nur an der oberen Fläche der letzteren Bindegewebspapillen; seitlich schliesst es sich gegen das Epithel glatt ab. Sowohl

die Seitenflächen der Papille, als auch die ihnen gegenüber liegende Wand des Walles tragen in ihrem Epithel Geschmaksknospen (Schmeckbecher).

An den Seitenrändern des Zungenrückens, in der Verlängerung der Linien, die die Seiten des von den Pp. circumvallatae gebildeten Winkel bilden, liegen beim Menschen die sogenannten Fimbriae linguae: es sind unregelmässige Schleimhautfalten, deren Seitentheile ebenfalls Schmeckbecher beherbergen. Beim Kaninchen z. B. sind aber die Fimbriae regelmässig ausgebildet, bestehen aus parallel zu einander verlaufenden Schleimhautfalten, welche an ihren Seiten dicht mit Schmeckbechern besetzt sind. Diese Faltungen werden hier unter dem Namen Papilla foliata zusammen-



Fig. 116.
Schnitt durch eine Papilla circumvallata des Menschen. 20mal vergr.

gefasst. Beim Meerschweinchen sind an Stelle der Papillae circumvallatae Gebilde vorhanden, welche ähnlich wie die Papillae foliatae des Kaninchens beschaffen sind. In den Graben, der die Pp. circumvallatae umgiebt, und in die zwischen den Falten der Fimbriae linguae gelegenen Räume münden zahlreiche Eiweissdrüsen, die Ebner'schen Drüsen, ein (s. weiter unten).

b) Die Geschmacksknospen oder Schmeckbecher.

Die Geschmaksorgane kommen an der Zungenoberfläche in Gestalt von Schmeckbechern (Calyculi gustatorii) vor und haben ihren hauptsächlichen Sitz in den Pp. circumvallatae und in den Fimbriae (P. foliata). Ausserdem kommen sie noch zerstreut an den pilzförmigen Papillen, in dem weichen Gaumen und an der hinteren Fläche der Epiglottis vor. — Diese

Organe liegen im Epithel eingebettet und durchsetzen seine ganze Dicke. Es sind Bildungen von der Form der Hühnereier, wobei der spitze Pol nach aussen, der stumpfe basalwärts gekehrt ist. Das Ganze wird vom Epithel der Schleimhaut umgeben, und nur an der Oberfläche des Organes bleibt eine Oeffnung, der G e s c h m a c k s p o r u s, bestehen, vermittelst welcher der Schmeckbecher mit der Mundhöhle in freier Kommunikation steht.

Die meisten Zellen des Schmeckbechers sind spindelförmige, langgezogene, von einem bis zum anderen Ende des Organs reichende Zellen, welche zwischen sich Lücken wahrnehmen lassen und nicht alle von gleicher Beschaffenheit sind. Man unterscheidet vier Zellenarten: 1. an der Peripherie des Organs liegen die ä u s s e r e n S t ü t z- oder P f e i l e r z e l l e n, die grössten Zellen des Organs, mit einem in der Mitte liegenden Kern und einem vorragenden kurzen zapfenförmigen Cuticularaufsatz; darauf folgen 2. die i n n e r e n S t ü t z- oder S t a b z e l l e n: es sind schlankere Elemente mit basal gelagertem Kern und ohne Cuticularaufsatz; zwischen den letzteren liegen 3. sehr langgezogene Zellen, die eigentlichen S i n n e s z e l l e n (Neuroepithelien). Diese sind mit einem langen, in den Geschmacksporus weit vorragenden Stift behaftet (S t i f t z e l l e n). An der Basis des Organs liegen 4. einige Zellen flach ausgebreitet und stehen durch zahlreiche Fortsätze sowohl unter einander als auch mit den Stützzellen 1 und 2 in Verbindung. Wir haben also in den Zellen 1, 2 und wahrscheinlich 4 nur zum Stützapparate gehörende Elemente vor uns (H e r m a n n **85, 88**).

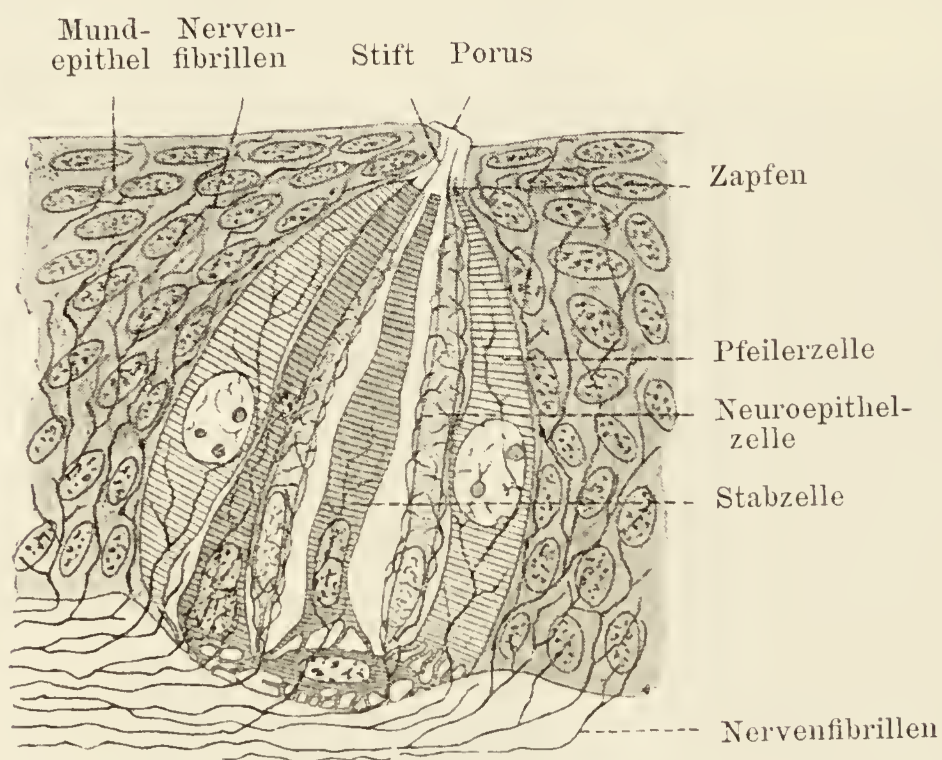


Fig. 117.
Schematische Darstellung eines Schmeckbechers. Grösstentheils nach H e r m a n n 88.

Hinsichtlich der N e u r o e p i t h e l i e n der Schmeckbecher hat man früher angenommen, dass sie durch einen langen Fortsatz direkt mit Nervenfasern in Verbindung stehen, während man jetzt, gemäss den neueren Anschauungen über das Nervensytem, den Nerven in den Schmeckbecher eintreten und mit Telodendrien frei endigen lässt. Die letzteren umspinnen die Neuroepithelzellen; die gegenseitigen Beziehungen beruhen auf Kontakt.

In den Geschmacksknospen der Papilla vallata (Mensch, Affe und Katze), sowie an jenen der P. foliata des Kaninchens findet v. E b n e r (**97**) unter dem Geschmacksporus, an der Spitze der Knospen, bei verschiedenen Species in

seiner Form variirenden Hohlraum (Fig. 117), dessen Eingang von den Spitzen der äussersten Stützzellen, dessen Seitenwände und Boden von den weiter centralwärts gelegenen Stütz- und Stiftchenzellen begrenzt wird. Das Grübchen ist bis 10 μ tief und ist von Flüssigkeit erfüllt, welche offenbar mit jener des Grabens der P. vallata in Kommunikation steht. Von Boden und Seitenwänden ragen in das Grübchen die Stiftchen der Stiftchenzellen hinein, erreichen aber nirgends den äusseren Geschmacksporus.

Die Pp. circumvallatae differenziren sich von der Zungenoberfläche dadurch, dass im Umkreise der späteren Bildung sich eine solide kreisförmige epitheliale Wucherung bildet. Schon frühzeitig entstehen an der freien Oberfläche zahlreiche Schmeckbecher, welche indessen, indem die definitiven Schmeckbecher aus den basalen Zellen des Epithels des Walles entstehen, sich völlig zurückbilden. Aehnliche Prozesse gehen in den Pp. fungiformes vor sich (Hermann 88).

c) Die Zungenbälge (Folliculi linguales N.) und Tonsillen.

An der Zungenwurzel und namentlich an den Seiten derselben befinden sich zahlreiche Erhebungen, welche durch das an diesen Stellen

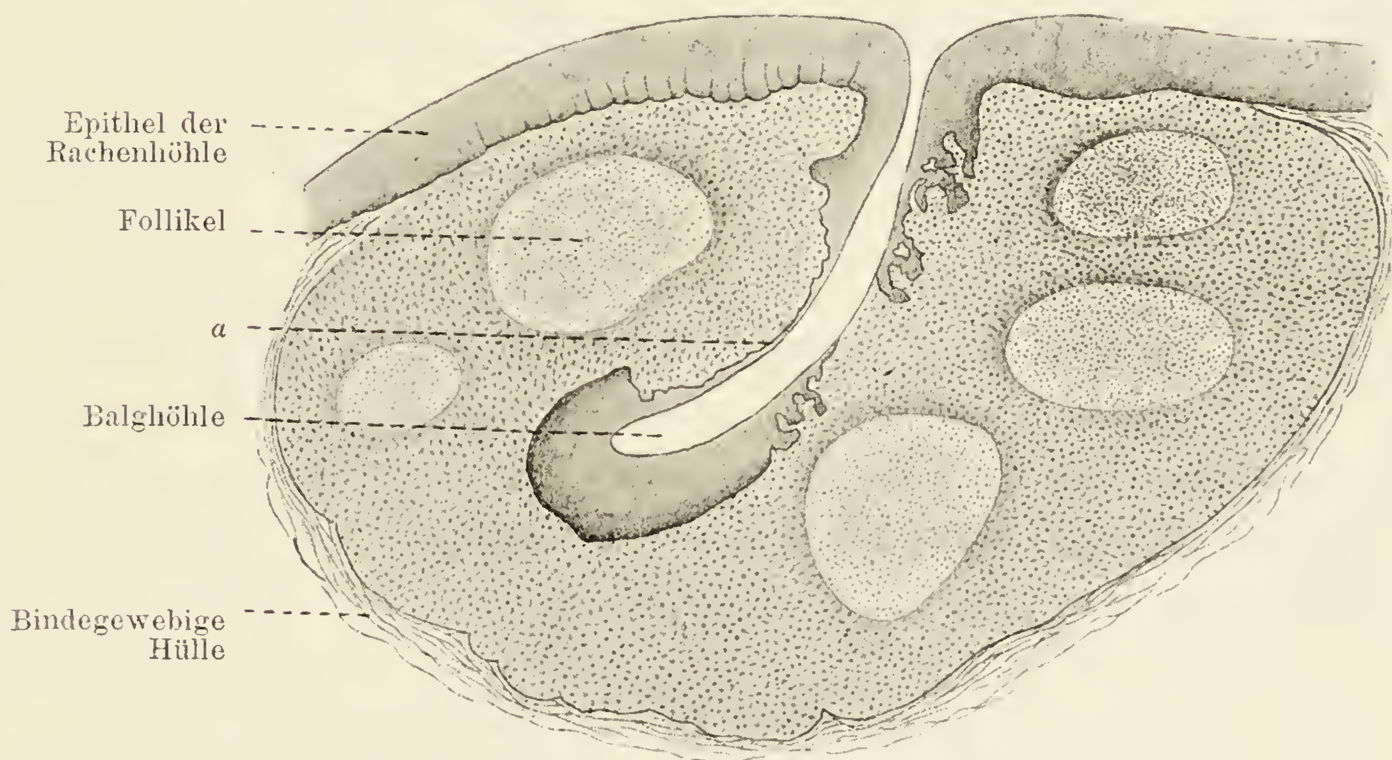


Fig. 118.

Schnitt durch eine Tonsille des Hundes. 20 mal vergr.

Bei *a* und an entgegengesetzter Stelle ist das Epithel nur in ganz dünner Schicht vorhanden.

stark ausgebildete lymphoide Gewebe des Stratum proprium bedingt werden (Zungenbälge). In der Mitte des Organs ist eine Höhle vorhanden (Balghöhle), welche als eine Einsenkung des Epithels entsteht und offen bleibt. Das um diese Einsenkung vorhandene lymphoide Gewebe gruppirt sich zu mehreren, aber meist undeutlich abgegrenzten Lymphknoten mit event. Keimcentren (vergl. p. 120 und 123). Das ganze Organ wird von einer bindegewebigen Hülle umgeben. Die epithelialen Wände der Balghöhle zeigen oft weitgehende

Zerstörungen, welche mit einer regen Auswanderung von Leukocyten in die Mundhöhle Hand in Hand gehen. Die ausgewanderten Leukocyten verwandeln sich (nach Stöhr 84) in die sogenannten Schleim- und Speichelkörperchen des Speichels. Es ist aber durchaus nicht ausgeschlossen, dass die hier in

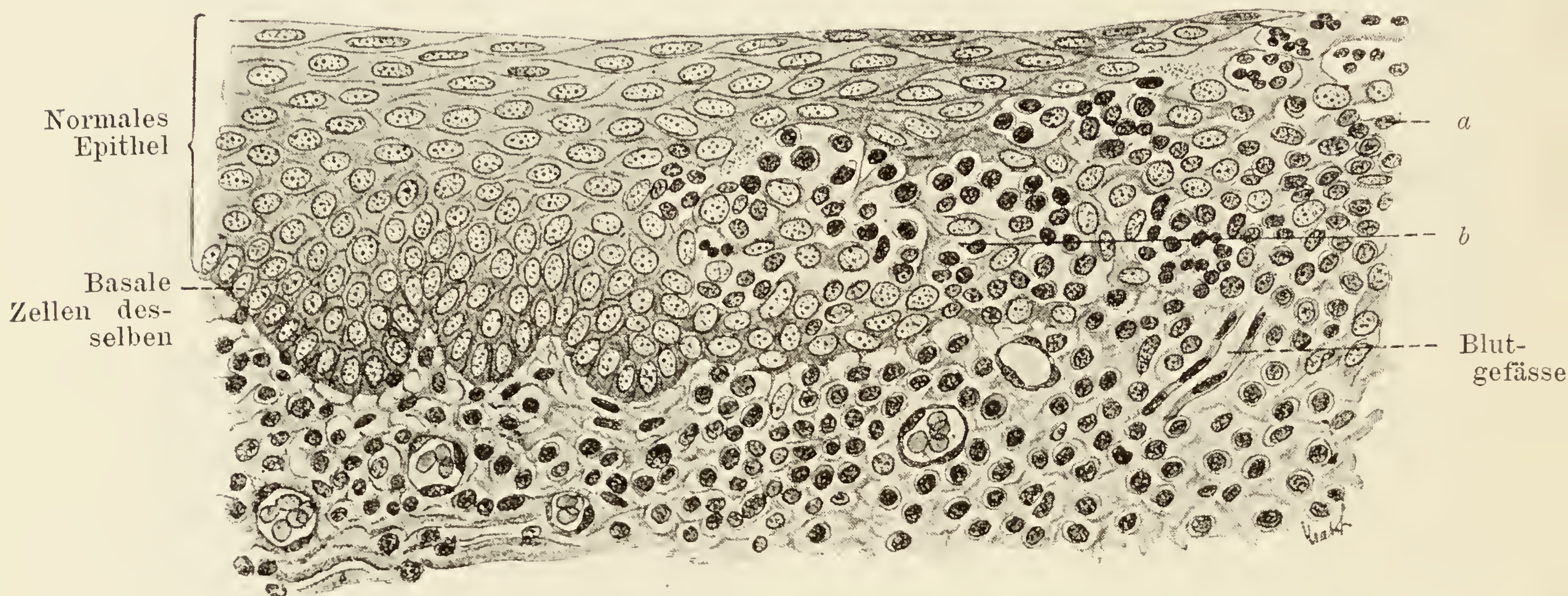


Fig. 119.

Die mit *a* bezeichnete Stelle der vorigen Fig. bei stärkerer Vergrösserung. Etwa 150mal vergr.

a im Epithel vorhandene Leukocyten; *b* eine der Höhlen im Epithel, welche mit Leukocyten und mehr oder weniger veränderten Epithelzellen ausgefüllt ist.

Frage kommenden Zellen an Ort und Stelle aus den Epithelzellen selbst hervorgehen. Diese Deutung drängt sich hier geradezu auf (Fig. 119).

Die Tonsillen sind grössere zusammengesetzte, mit mehreren Höhlen versehene Bälge (Tonsilla lingualis, palatina, pharyngea und tubaria).

Am Boden der Mundhöhle ist die Submukosa sehr locker und verschiebbar.

3. Drüsen der Mundhöhle.

Die Drüsen der Mundhöhle werden eingetheilt in solche, die lediglich Schleim secerniren (z. B. die Gl. sublingualis des Menschen), in solche, die eine eiweissartige, schleimfreie Flüssigkeit absondern, die serösen, oder Eiweissdrüsen (z. B. die Gl. parotis des Menschen) und in solche, deren Sekret gemischter Natur ist (z. B. die Gl. submaxillaris des Menschen).

Die Drüsen der Mundhöhle, sowohl Schleimdrüsen als seröse und gemischte Drüsen, sind sämmtlich zusammengesetzte alveoläre Drüsen, deren Ausführungsgänge in die Mundhöhle münden. Die Hauptausführungsgänge (Ductus parotideus (Stenonis), submaxillares (Whartoni) und sublingualis) besitzen stets ein hohes zweizeiliges Epithel (Steiner). In sie münden kleinere Ausführungsgänge zweiter Ordnung mit niedrigerem Epithel und vielfachen dichotomischen Verzweigungen ein, von welchen letzteren eine jede von einem

secernirenden Schlauche ausgeht. Diese Schläuche lassen wiederum mehrere Abtheilungen unterscheiden.

Den letzten Verzweigungen des Ausführungsganges schliesst sich ein cylindrisches Stück, an die Speichelröhre. Ihr Epithel ist hoch und ausserdem dadurch gekennzeichnet, dass die basale Hälfte der Zellen gestrichelt ist. Auf die Speichelröhre folgt ein sehr kurzes enges Röhrchen mit niederem Epithel, das Schaltstück, auf dieses ein breites, nicht überall gleich starkes, vielfach gewundenes Stück, das Hauptstück, welches aber je nach Art der Drüse ein charakteristisches Epithel aufweist.

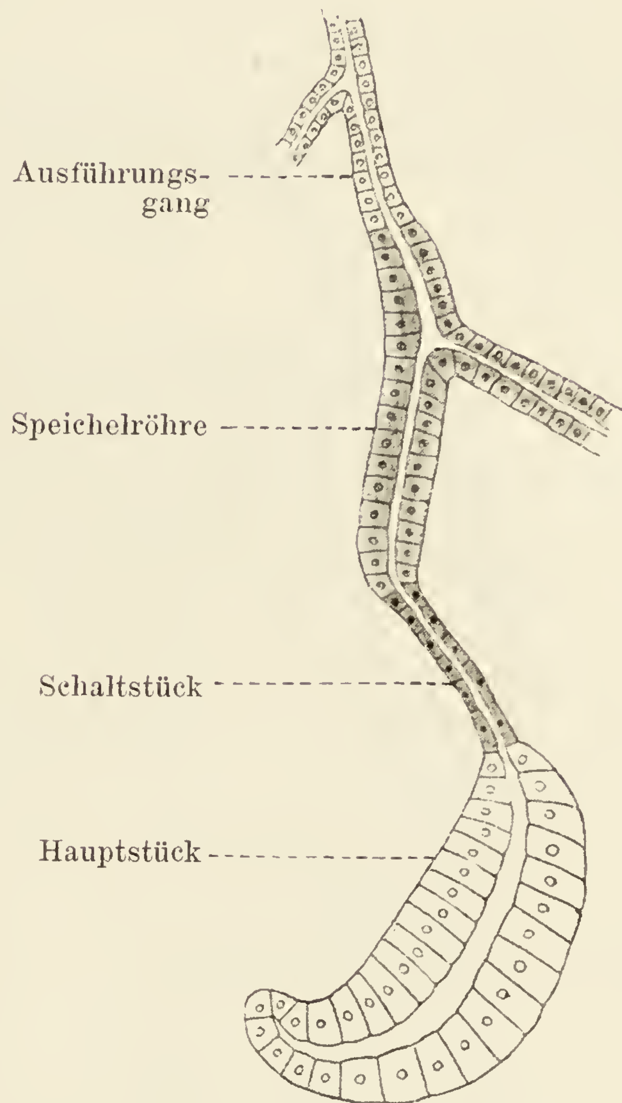


Fig. 120.
Schema einer Speicheldrüse.

Zwischen der Membrana propria und dem secernirenden Epithel des Schlauches, namentlich im Hauptstück vertreten, sind verästelte, mit einander anastomosirende Zellen, sogenannte Korbzellen vorhanden, welche auch zwischen die Drüsenzellen Fortsätze hineinsenden und im Ganzen als Stützapparat der Drüsen aufgefasst werden. Die den ganzen Drüsenschlauch umfassende homogene Membrana propria steht in inniger Berührung mit den Stützzellen.

Zwischen die Schläuche dringt das Bindegewebe in Begleitung zahlreicher Gefässe und auch Nerven ein und verursacht eine Gruppirung der Drüse in grössere und kleinere Läppchen.

a) Grosse Drüsen.

α) Glandula parotis (seröse Drüse).

Das Epithel des Hauptstückes dieser Drüse ändert seine Beschaffenheit je nach dem physiologischen Zustande derselben. Im ruhenden Schlauche sind die secernirenden Zellen wenig granulirt (protoplasmaarm), ihr Kern ist unregelmässig, gezackt und sie enthalten viel hellen Sekretstoff (Paraplasma). Fängt das Protoplasma der Zelle an Sekretstoff zu bilden, so werden die Zellen trübe und kleiner, ihr Kern rundet sich ab; hat die Zelle einen Theil des Sekretstoffes ausgeschieden, so nimmt das Protoplasma zu. Am Ende einer längeren Sekretionsperiode wird die Zelle noch kleiner und ihr Inhalt noch trüber; sie enthält nur noch wenig Sekretstoff und besteht fast aus-

schliesslich aus Protoplasma. Diese Phänomene kann man nicht anders deuten, als dass man während der Ruhe das Paraplasma sich auf Kosten des körnigen Protoplasmas bilden lässt (s. p. 57 und 58).

β) Glandula sublingualis (Schleimdrüse).

In dem Hauptstück der Schleimdrüsen finden wir stets zweierlei Arten von Zellen: die einen sind protoplasmareich, sichelförmig und schmiegen sich der M. propria an; die Zellen der anderen Art sind die Schleimzellen. Die

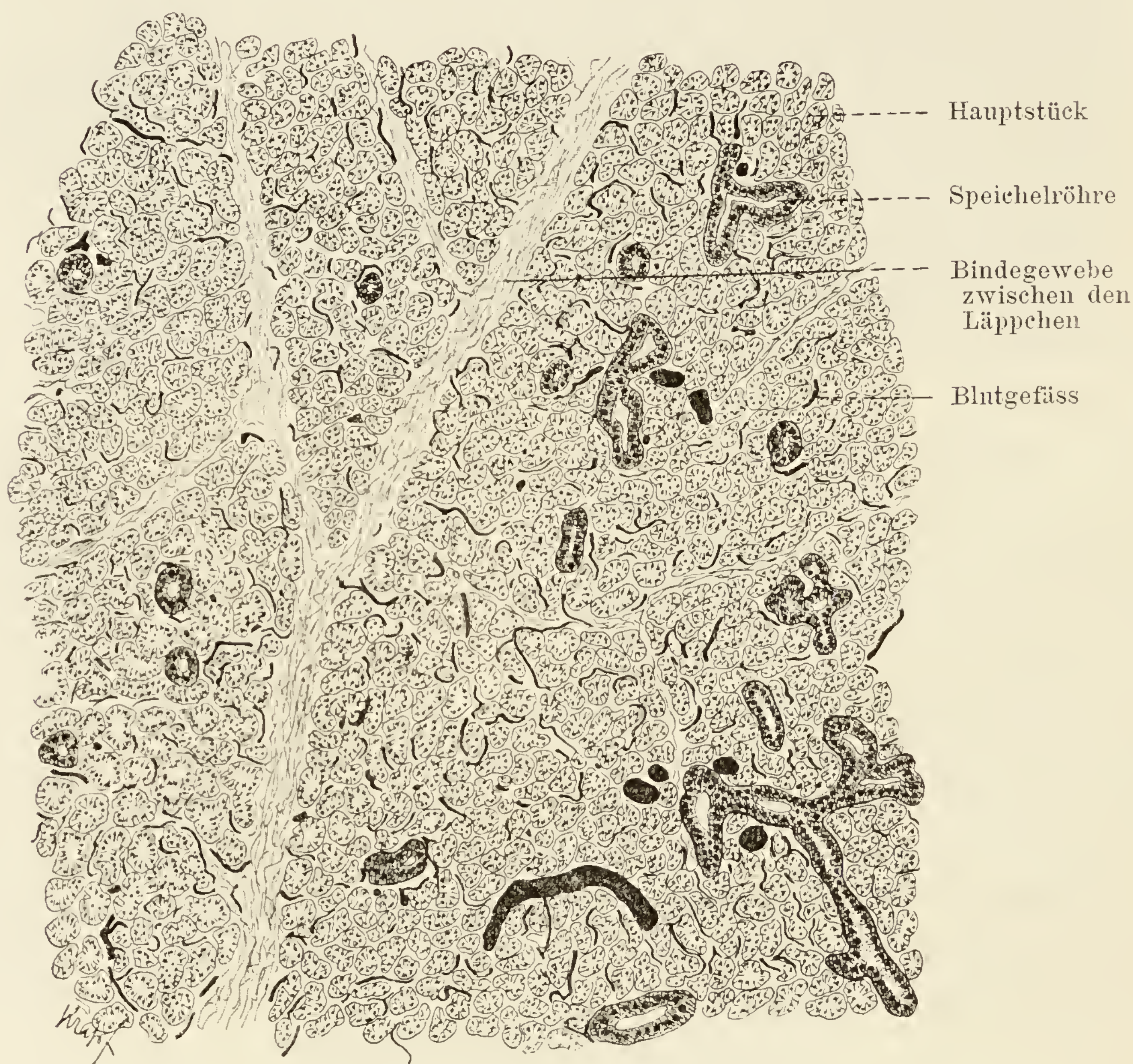


Fig. 121.

Theil eines Schnittes durch eine Speicheldrüse eines Kaninchens mit injizirten Gefässen. 70mal vergr.

ersteren bestehen entweder aus einer einzigen, oder aus einem Komplex dicht neben einander liegender Zellen und werden als Gianuzzi'sche Halbmonde, oder als Heidenhain'sche Randzellenkomplexe bezeichnet. Die Grenzen zwischen den einzelnen Zellen der Hallbmonde können oft nicht wahrgenommen werden, so dass die ganze Bildung wie eine mehrkernige grosse Zelle, Riesenzelle, aussieht.

Die anderen Elemente sind helle, Schleim enthaltende Zellen, welche entweder einen wandständigen oder mehr in der Mitte liegenden Kern aufweisen.

Je nach der Phase der Thätigkeit der Drüse ändert sich das Aussehen der Zellen: mit Sekret gefüllt sind die Schleimzellen sehr gross, ihr Kern stets wandständig, die Halbmonde sind flach und an die M. propria gedrückt. Während der Entleerung des Sekrets nehmen die Schleimzellen an Volumen

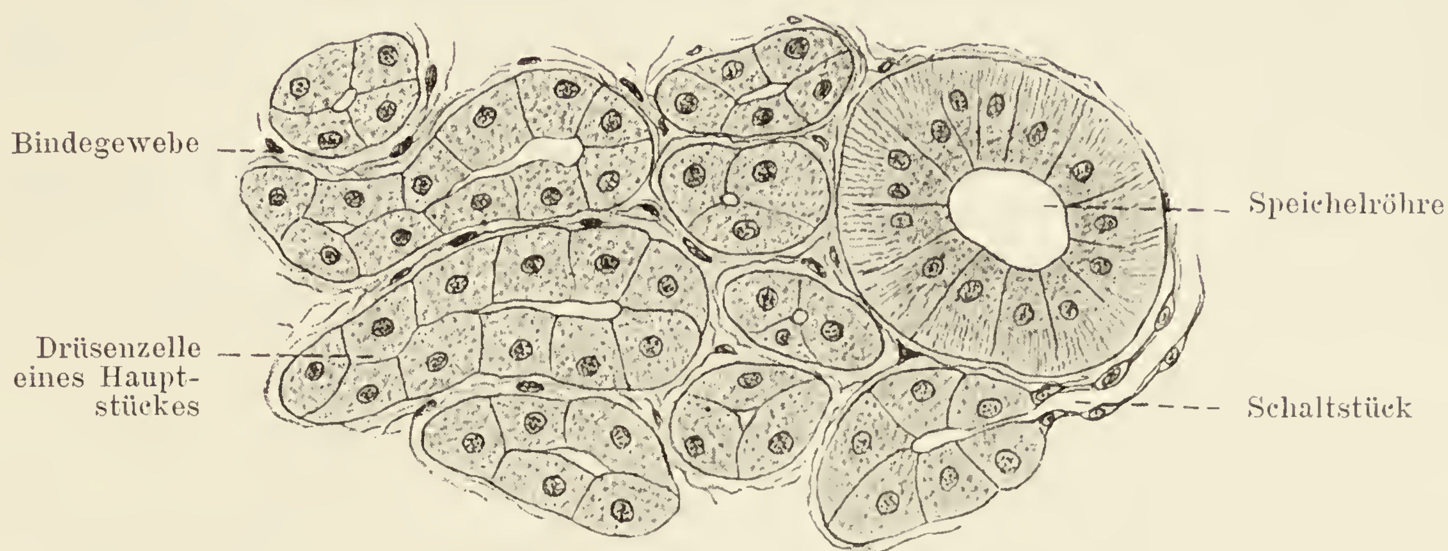


Fig. 122.
Aus einem Schnitt durch die Gl. parotis des Menschen.

ab und werden trüber; ihr Kern verlässt die wandständige Lage und wird grösser. Die Halbmonde vergrössern sich und ihre Anzahl nimmt, wie es scheint, ebenfalls etwas zu. Hat eine Schleimdrüse längere Zeit anhaltend secer-

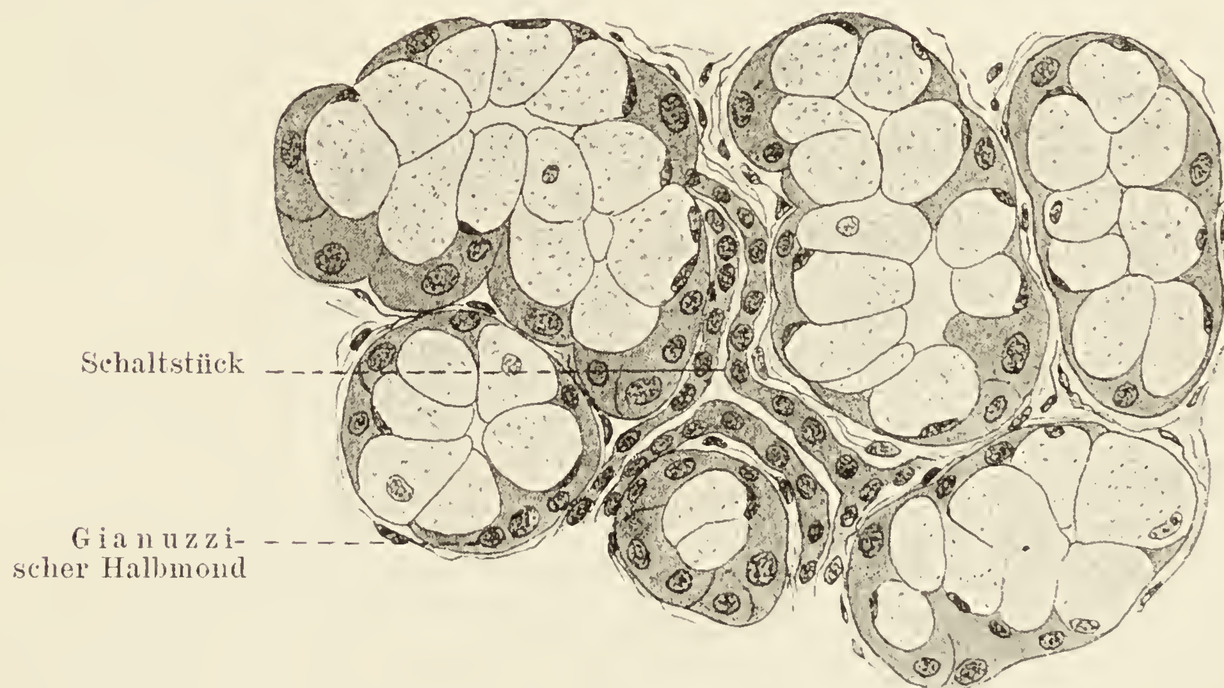


Fig. 123.
Aus einem Schnitt durch die Gl. sublingualis des Menschen.

nirt, so vermindert sich die Zahl der Schleimzellen und diejenigen von ihnen, welche übrig geblieben sind, werden sehr klein und sehr trübe (sekretleer). Die Zellen der Halbmonde sind entschieden vermehrt und bilden die Hauptbestandtheile des Inhalts des Hauptstückes.

Nach allem Gesagten kann der Sekretionsprozess der Schleimdrüse folgendermassen aufgefasst werden: in dem Maasse als die Zellen Schleim bilden, vermindert sich ihr Protoplasmagehalt; bei der Sekretion können einige dieser Zellen zu Grunde gehen und werden durch Elemente ersetzt, welche aus den Zellen der Gianuzzi'schen Halbmonde herzuleiten sind. Die nicht verbrauchten Schleimzellen und die aus den Halbmonden neu hinzugekommenen Elemente bilden sich abermals zu Schleimzellen um und der Sekretionsprozess beginnt von neuem.

Während der ersten Anlage der Drüse ist das Hauptstück nur aus einer Art Zellen zusammengesetzt und erst später tritt eine Differenzirung in den Zellen ein, indem die einen sich in Schleimzellen umwandeln, sich dabei vergrössern und die übrigen hierdurch an die Wand drängen, welch' letztere sich dann zu Gianuzzi'schen Halbmonden gestalten.

Stöhr (**87**) vertritt die Ansicht, dass die Zellen des Hauptstückes bei der Schleimsekretion niemals zu Grunde gehen; deshalb sind nach ihm die Gianuzzi'schen Halbmonde nichts anderes, als ein Komplex von sekretleeren Zellen, welche von den benachbarten, vergrösserten, sekretgefüllten, an die Wand gedrängt worden sind.

Solger (**96**) hält die Halbmonde für nicht transitorische Gebilde, deren Bestimmung es wäre, einen Ersatz für zu Grunde gehende Zellen zu liefern, sondern, auf Grund besonderer Untersuchungsmethoden, für permanente secernirende Zellen; unsere Schleimdrüsen wären demnach gemischte Drüsen, in der Weise, dass die Halbmonde Zellen darstellen, die sich jenen der serösen, die übrigen jenen der Schleimdrüsen anschliessen. Ein Untergang der Schleimzellen während der Sekretion wird nicht zugegeben. (Vergl. auch R. Krause).

Durch verschiedene Methoden lassen sich sowohl in den Speichel- als auch in den Schleimdrüsen auf der Oberfläche der secernirenden Zellen, auch an jener der Halbmonde netzförmig angeordnete Röhrchen darstellen, welche bis zum Drüsenlumen verfolgt werden können und darauf hinweisen sollen, dass hier die ganze Oberfläche der Zelle Sekret liefert (Erik Müller **95**, Stöhr **96. 2**). Aehnliche Verhältnisse fand Stöhr an den Speichelröhren gewisser Drüsen.

Hinsichtlich der Betheiligung des Schaltstückes und der Speichelröhren an der Sekretion sei hier die Angabe Merkels erwähnt (**83**), nach welcher das erstere einen Theil des im Speichel vorhandenen Wassers ausscheidet, während das Stäbchenepithel der Speichelröhren die im Speichel nachweisbaren Salze liefert (vergl. auch Technik).

Diese Annahmen Merkel's sind aber in Frage gestellt worden, indem durch chemische Analysen gezeigt wurde, dass die relativen Mengen des Wassers und der Salze in dem Sekret der Speicheldrüsen in keinem Verhältniss zu der Zahl der Schaltstücke und Speichelröhren stehen. So findet z. B. Werther, dass, obwohl in der Parotis des Kaninchens sehr viele und in der Submaxillaris des Hundes gar keine Schaltstücke vorhanden sind, die Sekrete beider Drüsen gleiche Mengen Wasser enthalten; die Sekrete der Parotis des Kaninchens und der Sublingualis des Hundes weisen ferner gleiche Mengen Salze auf, trotzdem in der ersteren Drüse sehr zahlreiche und in der letzteren gar keine Speichelröhren mit Stäbchenepithel vorkommen.

γ) Glandula submaxillaris (gemischte Drüse).

Auf die gemischten Drüsen brauchen wir nicht näher einzugehen, bemerken nur, dass die Sekretion des Schleimes und der serösen Flüssigkeit

hier gleichzeitig vor sich geht, aber auf verschiedene neben einander liegende Schläuche vertheilt ist, von welchen die einen ebenso gebaut sind wie jene der Parotis, die anderen wie jene der Sublingualis.

b) Kleine Drüsen.

Ausser den grossen Drüsen kommt in der Mundhöhle noch eine grössere Zahl von kleinen zusammengesetzten, ebenfalls alveolären Drüsen vor. Es sind grösstentheils gemischte Drüsen, die nach dem Orte ihres Vorkommens als Gl. labiales, buccales, palatinae und linguales benannt werden. Seröse Drüsen kommen in der Zunge als v. Ebner'sche Drüsen vor; sie münden in die Graben der Papillae circumvallatae und foliatae (Fimbriae) aus.

Charakteristisch für sämmtliche kleine Drüsen der Mundhöhle ist das Fehlen der Speichelröhren und eines deutlichen Schaltstückes, so dass die secernirenden Schläuche lediglich aus dem, dem Hauptstücke grosser Drüsen gleichwerthigem Theile gebildet sind. Es scheint, dass die kleineren Schleimdrüsen, ausser den Lippendrüsen (J. Nadler), in der Regel der Halbmonde entbehren.

B. Pharynx und Oesophagus.

Die Schleimhaut dieser beiden Abschnitte des Tractus intestinalis schliesst sich ihrem Baue nach im Wesentlichen der Schleimhaut der Mund-

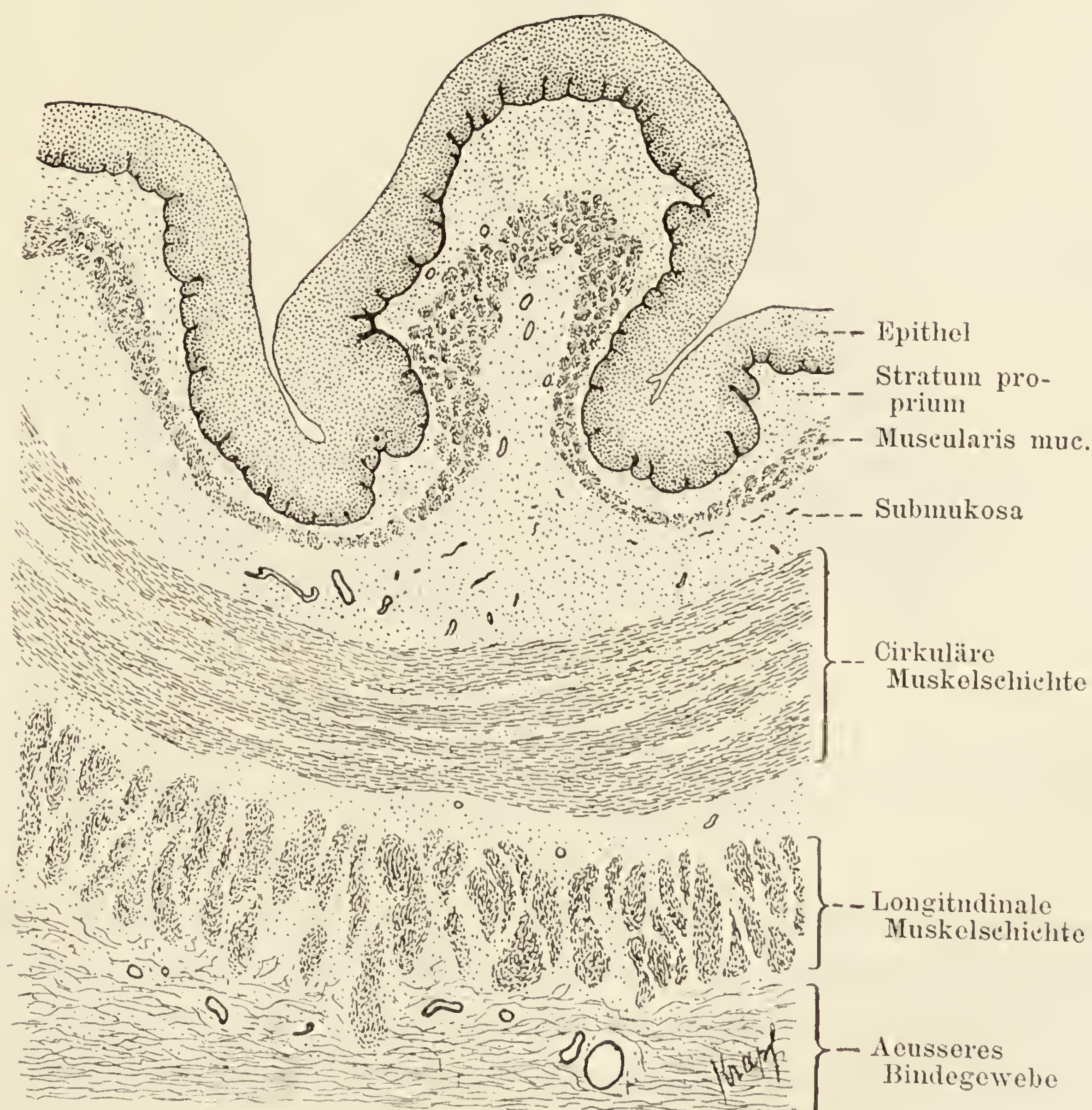


Fig. 124.
Durchschnitt durch den Oesophagus eines Hundes. 18 mal vergr.

höhle an. Das Epithel ist ein geschichtetes Pflasterepithel, in welchem auch hier Riffzellen und Keratohyalin (s. Haut) vorkommen. Nur im Fornix, in der Nähe der Choanen, ist flimmerndes mehrzeiliges Epithel vorhanden. Bei Föten und Neugeborenen ist die mit flimmerndem Epithel versehene Region ausgedehnter und erstreckt sich über das ganze Cavum pharyngo-nasale.

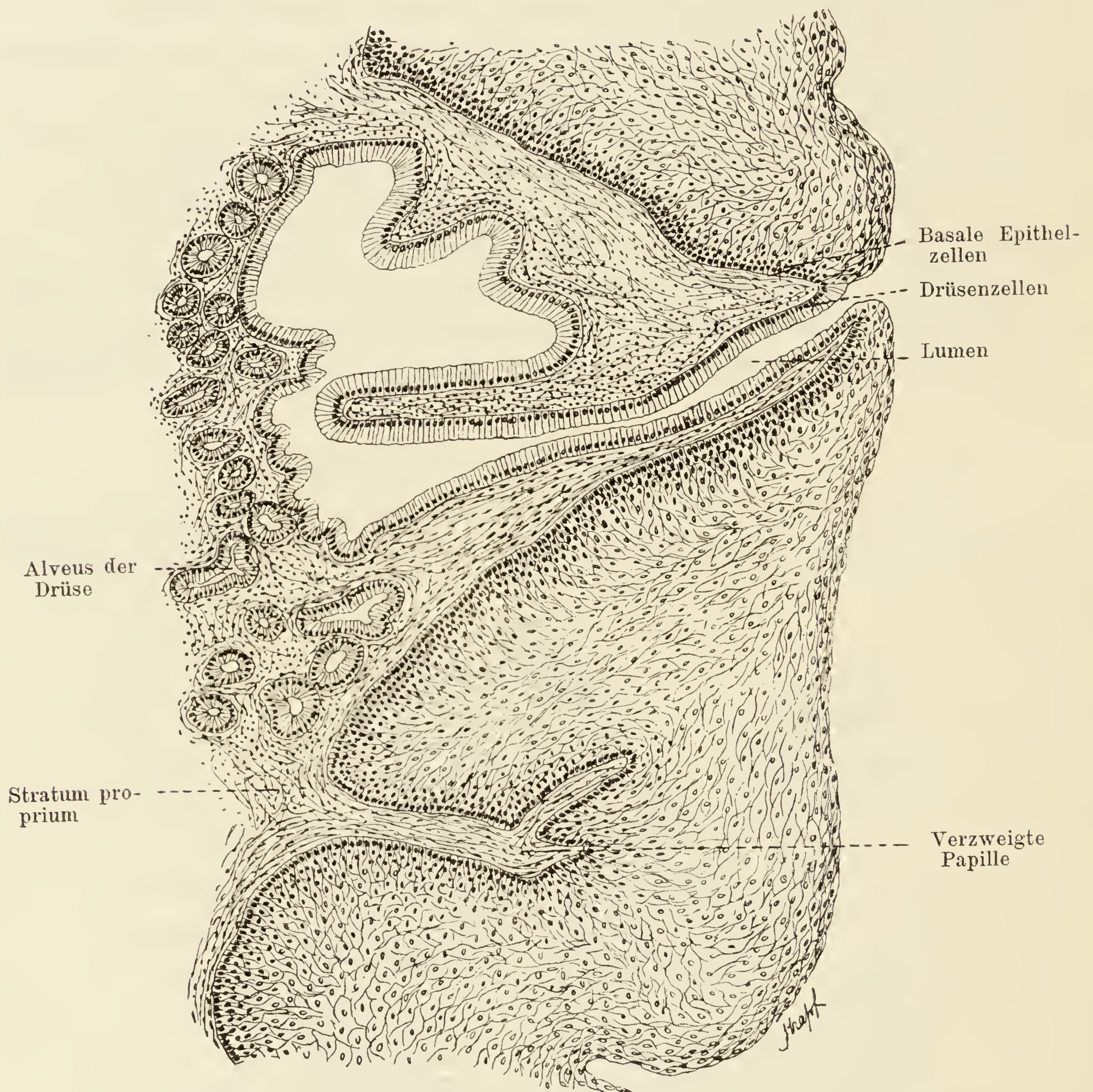


Fig. 125.

Theil eines Schnittes durch den Oesophagus des Menschen, die Drüsenmündung zeigend. 120 mal vergr.

Die oberflächlichen Epithelzellen des Oesophagus flimmern bei Embryonen des Menschen bis zur 32. Woche (Neumann, **76**).

Die Papillen des Stratum proprium sind locker angeordnet und sind schmale Kegel. Das retikuläre Gewebe ist sehr zellenreich, an einigen Stellen kommt es zur Bildung von Tonsillen (s. p. 155). Im submukösen Gewebe liegen wenige Schleimdrüsen, welche namentlich im Oesophagus Gianuzzi-

sche Halbmonde enthalten. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen gelangen beim Menschen nicht wie in der äusseren Haut zwischen, sondern durch die Kuppen der Bindegewebspapillen in das Epithel und an die Oberfläche.

Eine zwischen Mukosa und Submukosa liegende Schicht glatter, vorwiegend longitudinal angeordneter Muskelfasern, Muscularis mucosae (Lamina muscularis mucosae N.) treffen wir nur im Oesophagus, nicht aber im Schlundkopf.

Die äussere Muskulatur des Schlundkopfes ist aus quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzt und komplizirt angeordnet. Im Oesophagus erstreckt sie sich ungefähr bis zur Mitte desselben und besteht aus einer äusseren longitudinalen und einer inneren cirkulären Schicht. In der unteren Hälfte der Speiseröhre pflegen ausschliesslich glatte Muskelfasern vorzukommen; in der Regel reichen sie nach oben bis in den Bereich der quergestreiften hinein.

C. Magen und Darm.

1. Bau der Darmschleimhaut im Allgemeinen.

Im Gegensatz zum Oesophagus und der Mundhöhle ist das Epithel der Schleimhaut des Magens und Darms ein einschichtiges, hohes Cylinderepithel (etwa 22 μ hoch). Dasselbe besitzt im Darm einen stets deutlichen gestrichelten Cuticularsaum und einen in der basalen Hälfte der Epithelzelle liegenden Kern. Der dem Darmlumen zugekehrte Theil der Zelle pflegt eine protoplasmatische Strichelung aufzuweisen, die basalwärts bis in die Umgebung des Kernes reicht. Der basale Theil der Zelle besteht aus nicht gestricheltem Protoplasma und läuft in einen kürzeren oder längeren Fortsatz aus, der sich der Basalmembran anschmiegt, vielleicht sogar in dieselbe eingeht.

Die Epithelzellen haben die Fähigkeit zu verschleimen, ein Vorgang, der im normalen Zustande nur selten ganze Reviere des Epithels umfasst; die verschleimten Zellen, Becherzellen, finden sich meistens von unveränderten Zellen umgeben. (Hinsichtlich des Näheren über Becherzellen siehe im allgemeinen Theil p. 58).

Das Epithel bildet im ganzen Darmkanal einfache, verzweigte und zusammengesetzte tubulöse und alveoläre Drüsen. Es sind Einstülpungen, welche in dem Stratum proprium liegen und selten darüber hinaus in die Submukosa (Gl. duodenales s. unten) reichen.

Das Stratum proprium (Lamina propria mucosae N.) selbst ist ein lymphoides, relativ zellenarmes Gewebe, welches stets die zwischen den Drüsen vorhandenen Interstitien ausfüllt und unter dem basalen Ende der Drüsenschläuche oft eine dünne, aber immer kontinuirliche Schicht bildet (granulirte Schicht J. Mall). Die Mächtigkeit des Stratum proprium steht selbstverständlich im umgekehrten Verhältnisse zur Anzahl und zur Dichtig-

keit der Anordnung der Drüsen: da, wo die letzteren in einer grossen Menge vorhanden sind, ist das Str. proprium auf ein Minimum reduzirt (z. B. im Magen). In gewissen Abschnitten des Darmes bildet es neben den permanenten Falten vom Epithel bekleidete, in das Darmlumen ragende Erhebungen (Zotten), wodurch die Schleimhautoberfläche eine wesentliche Vergrösserung erfährt.

Besondere aus Verdichtungen des lymphoiden Gewebes des T. propria entstehende Bildungen sind die sogenannten solitären Lymphknoten (Noduli lymphatici solitarii). Aus Anhäufungen der letzteren entstehen grössere, als konglobirte Follikel oder Peyer'sche Plaques (Noduli lymphatici aggregati N.) bezeichnete Lymphorgane, welche bei besonders starker Ausbildung bis in die Submukosa hineinreichen können.

Auf das Stratum proprium folgt eine aus zwei oder drei Lagen bestehende Schicht glatter Muskelfasern, die Muscularis mucosae (Lamina muscularis mucosae N.). Sie zeigt in der Regel eine innere cirkuläre und eine äussere longitudinale Anordnung ihrer Fasern. Nur an ganz bestimmten Stellen und zwar da, wo grössere Drüsen und Follikel durch sie hindurch in die Submukosa eindringen, wird sie unterbrochen.

Das Epithel mit seinen Derivaten (Drüsen), das Stratum proprium mit den Lymphknoten und die T. muscularis mucosae bilden zusammen die Schleimhaut, die Tunica mucosa.

Auf die Schleimhaut folgt die bindegewebige Submucosa (Tela submucosa N.): sie ist durch lockeren Bau ausgezeichnet, wodurch eine grosse Verschiebbarkeit der Schleimhaut bedingt wird. Im Dünndarm bildet sie eine Anzahl nicht verstreichbarer, im Allgemeinen querverlaufender, sich untereinander verbindender Falten, welche als Plicae conniventes Kerkringii (Plicae circulares) bezeichnet werden. Im Duodenum befinden sich in der Submukosa die Drüsenkörper der Brunner'schen Drüsen (Gl. duodenales) und im Dünndarm die grösseren Lymphknoten und die Peyer-schen Plaques.

Auf die Submukosa folgt die eigentliche Tunica muscularis, welche im Allgemeinen aus zwei Schichten glatter Muskelfasern zusammengesetzt ist. Die innere Schicht besteht aus cirkulär verlaufenden Fasern (Stratum circulare); in der äusseren sind sie longitudinal angeordnet (Stratum longitudinale). Die Längsmuskulatur bildet im Colon besondere, aus einer Anhäufung von Fasern bestehende Bänder, die Taeniae coli. Auch die Ringmuskulatur erfährt wechselnde, aber geringere Verstärkungen und zwar in den bekanntlich zwischen den Taeniae liegenden und die Bildung der Haustra bedingenden Plicae sigmoideae (Plicae semilunares), an welchen letzteren übrigens auch die longitudinale Schicht sich mit betheiligt. Im Rektum bildet die Ringmuskulatur den M. sphincter ani internus.

Im Magen tritt zu den beiden Schichten eine dritte Schicht schräg verlaufender Fasern hinzu. Sie liegt nach innen von der cirkulären, bildet aber keine kontinuirliche Lage.

Nach Legge sind im ganzen Verdauungstraktus bei allen erwachsenen Säugethieren elastische Fasern vorhanden, welche nur in untergeordneten Punkten bei einzelnen Gattungen variiren. Da wo die Tunica muscularis stärker entwickelt ist, zeichnen sich auch die elastischen Fasern durch besondere Mächtigkeit aus, auch sind sie bei Fleisch- und Pflanzenfressern verschieden stark entwickelt. Es sind dichte, miteinander in Verbindung stehende Netze, welche sowohl in der Serosa, als auch in der Submukosa und unter dem Epithel vorhanden sind. Die elastischen Fasern erhalten die Spannung des Darmes und widersetzen sich einer übermässigen Dehnung der Drüsen und der Follikel.

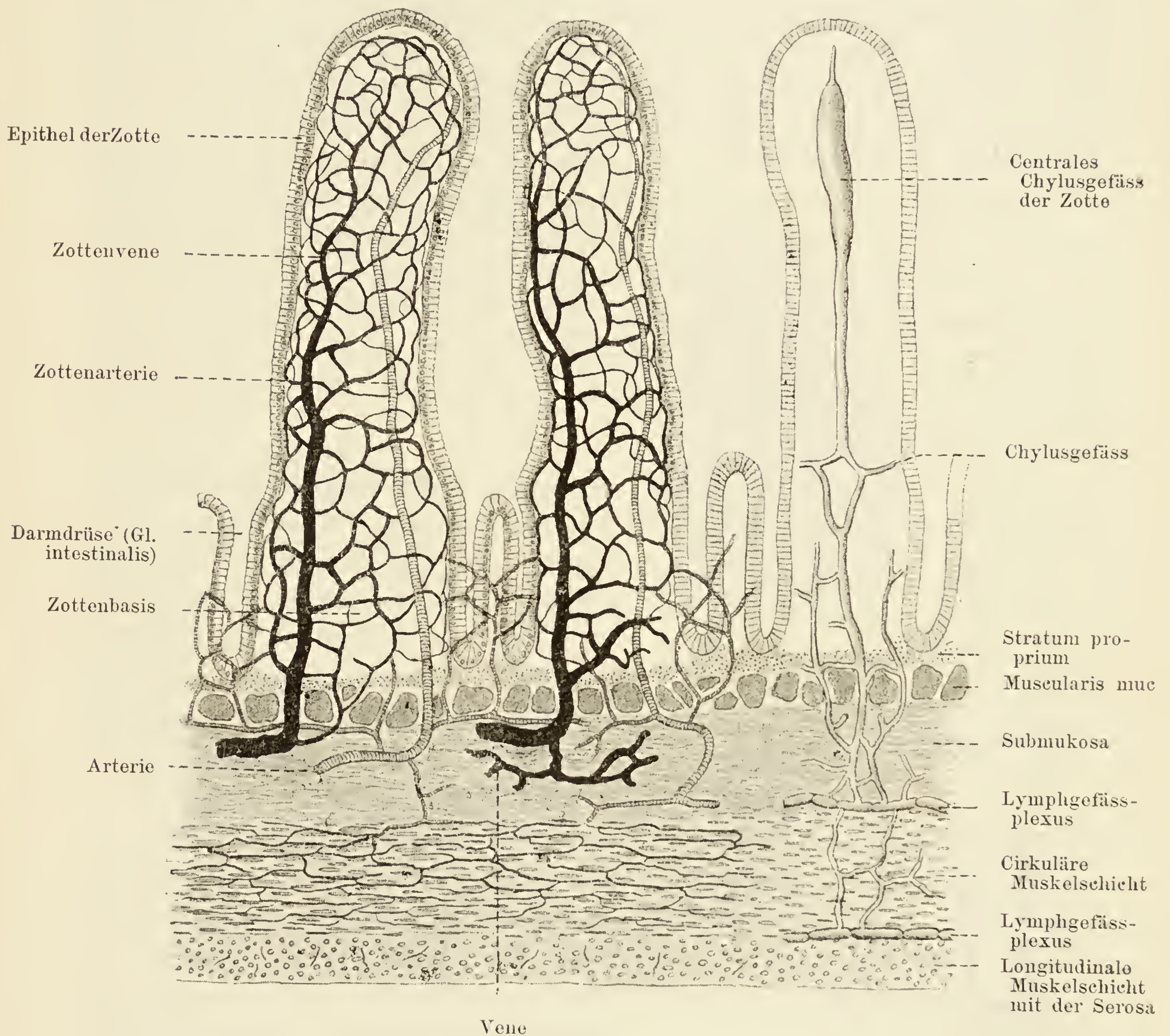


Fig. 126.
Schematischer Querschnitt durch den Dünndarm des Menschen, z. Th. nach J. Mall.

Die äussere Wand des Darmes ist vom Peritoneum überzogen (Tunica serosa), das aus einer inneren, sehr dünnen, bindegewebigen (Subserosa) und einer äusseren, epithelialen Lage gebildet wird.

Das Allgemeine, was sich über die Blutgefässe des Tractus intestinalis sagen lässt, ist ungefähr Folgendes (das Spezielle wird bei den einzelnen Darmabschnitten besprochen): von der Seite des Mesenteriumansatzes dringen

die Arterien in die Darmwand ein und durchbohren die Längsmuskulatur. An der Grenze zwischen dieser und der Ringmuskulatur geben sie Zweige ab, die, sich mit einander verbindend, ein intermuskuläres Netz herstellen, von welchem aus Aestchen in die Muskulatur abgegeben werden. Der Arterienstamm durchbohrt nun die cirkuläre Muskulatur und bildet in der tieferen Schicht der Submukosa ein weitmaschiges, aus dickeren Gefässen bestehendes Netz, den Heller'schen Plexus (J. Mall). Von diesem gehen radiäre Aestchen zur Muscularis mucosae ab und bilden unmittelbar unter derselben ein engmaschiges Netz von feineren Gefässen. Aus dem letzteren und dem Heller'schen Plexus gehen Zweige ab, welche die Muscularis mucosae durchbohren, um sich in der Schleimhaut in Kapillaren aufzulösen. Die aus der Schleimhaut zurückkehrenden Venen bilden unter der Muscularis mucosae ein feinmaschiges Netz, aus welchem viele radiäre Zweige abgehen, die abermals zu einem, hier aber aus gröberen Gefässen bestehenden und weitmaschigen Netz, zusammenfliessen. Aus dem letzteren entspringen dann Venen, die sich zu grösseren Stämmen vereinigen und neben den Arterien verlaufen. In dem Verlauf der Venengeflechte der Submukosa finden sich (nach J. Mall) beim Hunde, an verschiedenen, nicht näher bestimmbaren Orten, feine venöse Wundernetze eingeschaltet.

Die Lymphgefässe der Schleimhaut (Chylusgefässe) sammeln sich zu einem auf der Muscularis mucosae gelegenen tiefen Netze, dessen Maschen viel weiter sind, als die der Blutgefässe. Schon hier treten Klappen auf.

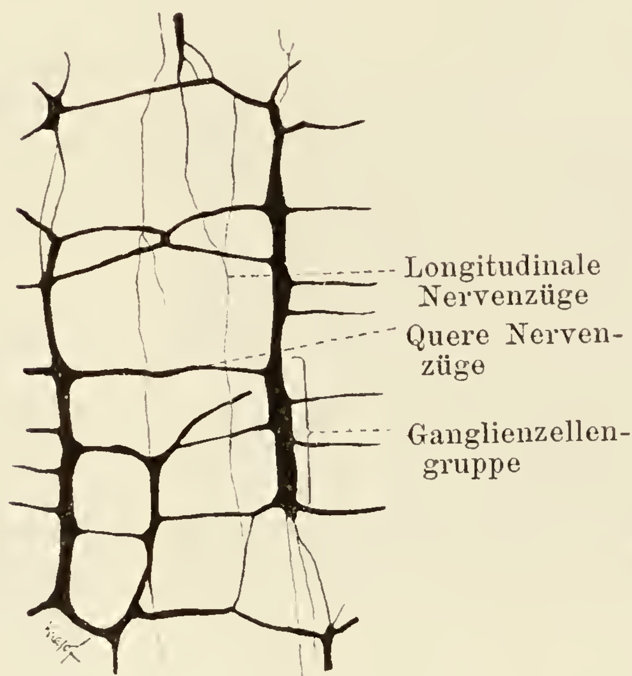


Fig. 127.

Stück eines Plexus myentericus, die Konfiguration desselben zeigend, aus dem Magen des Meerschweinchen. Flächenpräparat (Goldchlorid) 18mal vergr.

Ein weiteres, gröberes Lymphgefässnetz liegt in der Submukosa; aus ihm entwickeln sich schliesslich die ausführenden Gefässe, welche, die Muscularis durchbohrend, in das Mesenterium gelangen.

Der Darmkanal besitzt sein eigenes Nervensystem, das vorzugsweise dem Sympathikus angehört. Zwischen den beiden Muskelschichten der äusseren Muscularis befindet sich ein aus weiten unregelmässigen Maschen bestehendes Geflecht von grösstentheils marklosen Fasern und Ganglienzellengruppen zusammengesetzt; die letzteren befinden sich meistens in den Knotenpunkten des Netzes (Plexus myentericus Auerbachii). Dieser Plexus verbindet sich durch zahlreiche Anastomosen mit einem ähnlich beschaffenen, aber engmaschigeren, in der Submukosa und Mukosa gelegenen Geflecht, dem Meissner'schen Plexus (Plexus submucosus).

Gerota gelang es, ein den Plexus myentericus begleitendes Lymphscheiden beim Menschen zu injiziren.

2. Magen.

Die Schleimhaut des Magens ist im Wesentlichen ebenso gebaut wie die des übrigen Darmkanals. Besondere Eigenthümlichkeiten zeigt sie dadurch, dass sie Gruben bildet (Magengruben, Foveolae gastricae), welche als Einsenkungen des Epithels entstehen, und in welche die Magendrüsen (Glandulae gastricae einmünden. Im Fundus beträgt die Tiefe der Gruben ungefähr $^1/_5$—$^1/_6$ des Durchmessers der Schleimhaut. Im Pylorus sind sie im Allgemeinen tiefer; viele derselben durchsetzen hier die Schleimhaut etwa bis zur Hälfte, manche reichen sogar bis zur Muscularis mucosae.

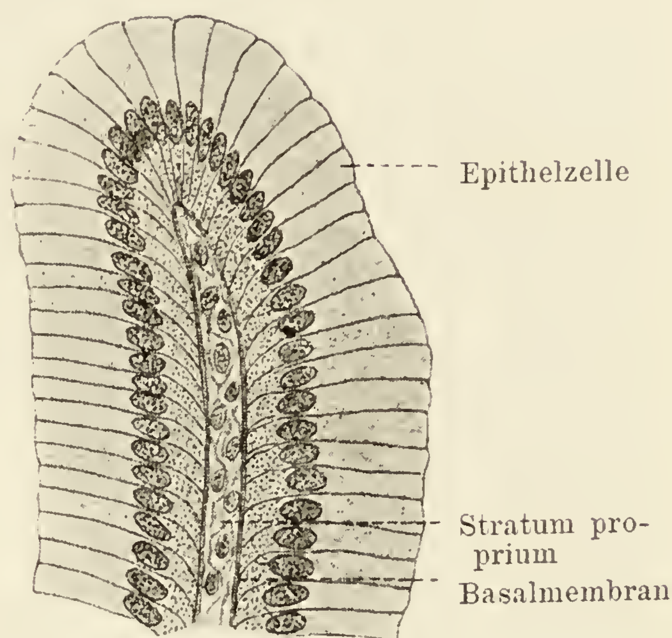


Fig. 128.
Firsten- und Grubenepithel des Magens vom Menschen. 700mal vergr. Technik Nr. 235.

Das die Gruben und die zwischen den Gruben liegenden Firsten (Plicae vilosae seu areae gastricae N.) bekleidende Epithel besteht aus hohen, schlanken Elementen, deren Kern basal gelegen ist. Die nach dem freien Ende der Zelle gelegene Partie des Zellkörpers ist protoplasmaarm, hingegen reich an Paraplasma. Der um den Kern befindliche Theil des Zellkörpers enthält nur Protoplasma und läuft basalwärts in einen umgebogenen, sich allmählich verjüngenden Fortsatz aus, der mit ähnlich gerichteten der benachbarten Zellen in die Basalmembran eingeht.

In eine Magengrube der Fundusregion münden beim Menschen 3 bis 7 Drüsen ein (Gl. gastricae [propriae] N.), welche sich hier durch besondere Eigenthümlichkeiten, die wir nun zu betrachten haben, auszeichnen.

Die Drüse ist ein einfaches Rohr (von 0,4—2,2 mm Länge), dessen innerer, in die Grube mündender Abschnitt etwas enger ist und als Drüsenhals bezeichnet wird. Der Hauptabschnitt der Drüse heisst Drüsenkörper, die Region des äusseren blinden Endes — Drüsengrund. Den Magendrüsen kommen, speziell in der Cardia- und in der Fundusregion, zwei Arten von Drüsenzellen zu.

Die einen der letzteren liegen der Wand der Drüse, also der Membrana propria derselben, an, und kommen besonders zahlreich im Hals und im Körper, weniger zahlreich im Drüsengrunde vor. Diese Zellen bezeichnet man als Belegzellen oder delomorphe Zellen (R. Heidenhain **69**, Rollet **70**). Ihr Körper ist nach aussen oft mehr oder weniger hervor-

gewölbt, so dass eine solche Zelle sammt der M. propria eine Hervorragung nach aussen bildet (besonders deutlich beim Schwein, wo fast die ganze Zelle von der M. propria eingeschlossen werden kann und den Anschein erweckt, als läge sie ganz ausserhalb der Drüse). Nach dem Drüsenlumen zu, passt sich ihr Kontur den angrenzenden Körpern der Zellen der anderen Art an und ist entsprechend der Zahl der letzteren mehrfach eingebuchtet. Zuweilen sieht man einen Fortsatz der Belegzelle bis zum Lumen der Drüse reichen. Die Belegzellen haben ein reiches Protoplasma und enthalten in der Regel nur einen Kern.

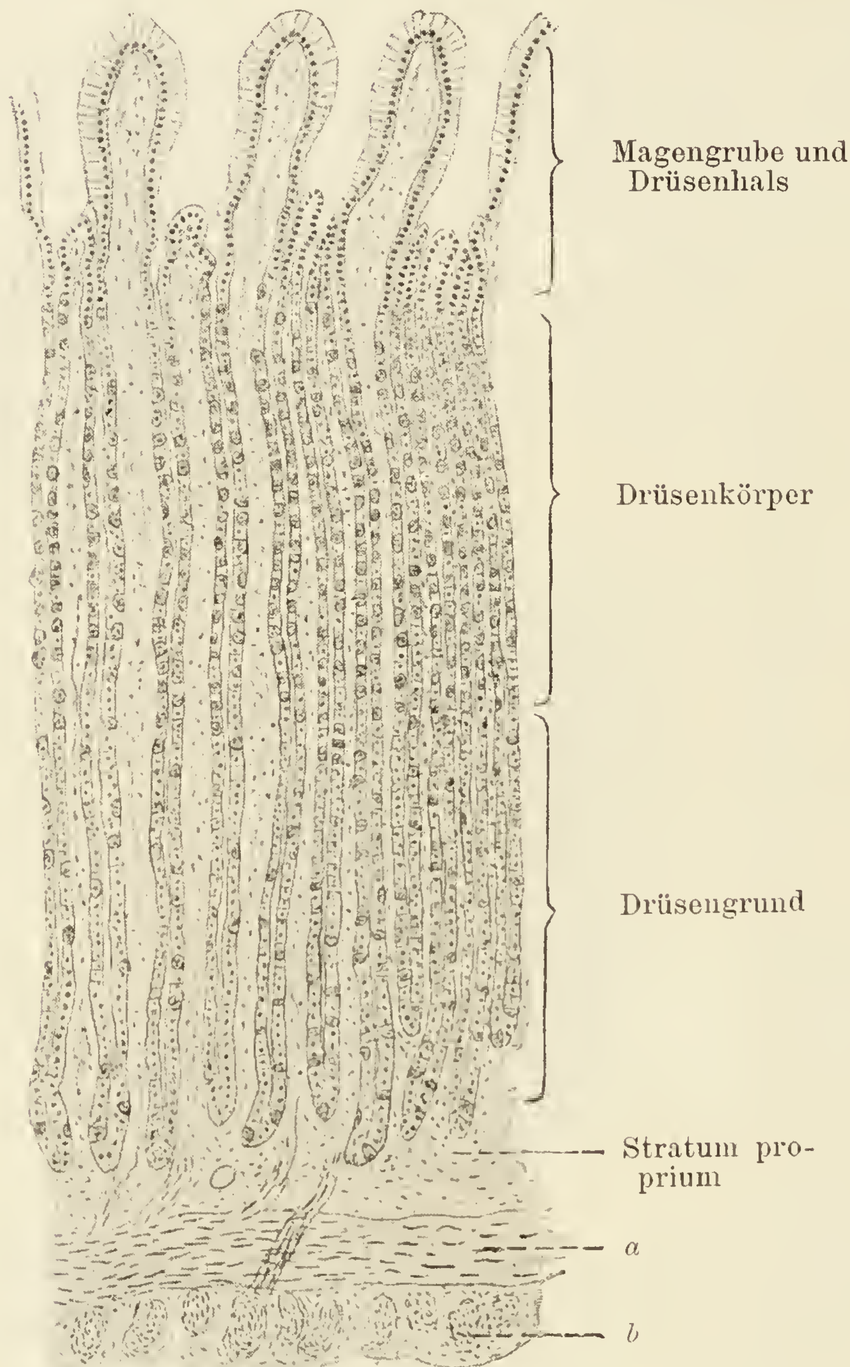


Fig. 129.

Aus einem senkrechten Durchschnitt durch die Fundusregion des Magens vom Menschen. 60mal vergr. *a* und *b* sich kreuzende Faserzüge der Muscularis mucosae; von *a* und *b* gehen Muskelfasern in das Stratum proprium. Die Fasern der Schicht *b* durchbrechen die der Schicht *a*.

Nach Erik Müller und Golgi (**93**) kommt im peripheren Theile des Protoplasmas der Belegzelle ein Kanalsystem vor, das je nach dem physiologischen Zustande der Zelle ein weites (Hunger) oder engmaschiges (Verdauung) Netz bildet und mit dem Drüsenlumen in Kommunikation steht. — Zuweilen gelingt es in den Belegzellen eine periphere, von dem übrigen Zellenleib sich verschieden verhaltende Zone zur Anschauung zu bringen, z. B. bei der Maus nach der Methode von Altmann, vergl. T. 125.

Die zweite Art von Drüsenzellen wird durch die Hauptzellen, oder die adelomorphen Zellen gegeben. Es sind kurze, unregelmässige Cylinderzellen, die mit ihrem spitzeren Theil nach dem Drüsenlumen gerichtet sind. Sie liegen entweder direkt zwischen Lumen und M. propria der Drüse, oder grenzt ihre basale Fläche an eine delomorphe Zelle an. Sie sind im ganzen Drüsenschlauch verbreitet und füllen also den von den delomorphen Zellen übrig gelassenen Raum aus. Ihr Protoplasma ist dunkel und der Kern in der Regel etwas kleiner als der der Belegzellen. In beiden Zellenarten kommen

auch beim Menschen nur äusserst selten Mitosen vor. In den Belegzellen kamen indessen auch pluripolare Mitosen zur Beobachtung.

Was die Kardia betrifft, so wäre zu erwähnen, dass das Pflasterepithel des Oesophagus hier plötzlich mit einem abschüssigen Wall aufhört, wobei die basale Lage des Epithels in das einfache Cylinderepithel des Magens kontinuirlich übergeht (Fig. 130). In einer bestimmten, hart an der Kardia



Fig. 130.
Aus einem Schnitt durch die Grenze des Oesophagus und der Kardia des Magens vom Menschen. 50mal vergr.

gelegenen Region der Magenschleimhaut können Schleimdrüsen (Kardiadrüsen) vorkommen, welche sich direkt an die des Oesophagus anzuschliessen scheinen. In die hier ebenfalls vorhandenen Magengruben münden also noch keine echten Magendrüsen ein. Die letzteren beginnen erst in einiger Entfernung von der Kardia und sind hier kürzer als im Fundus.

Im Pylorustheil des Magens sind die Verhältnisse wieder anders, — jedoch existirt zwischen Fundus und Pylorus keine scharfe Grenze, viel-

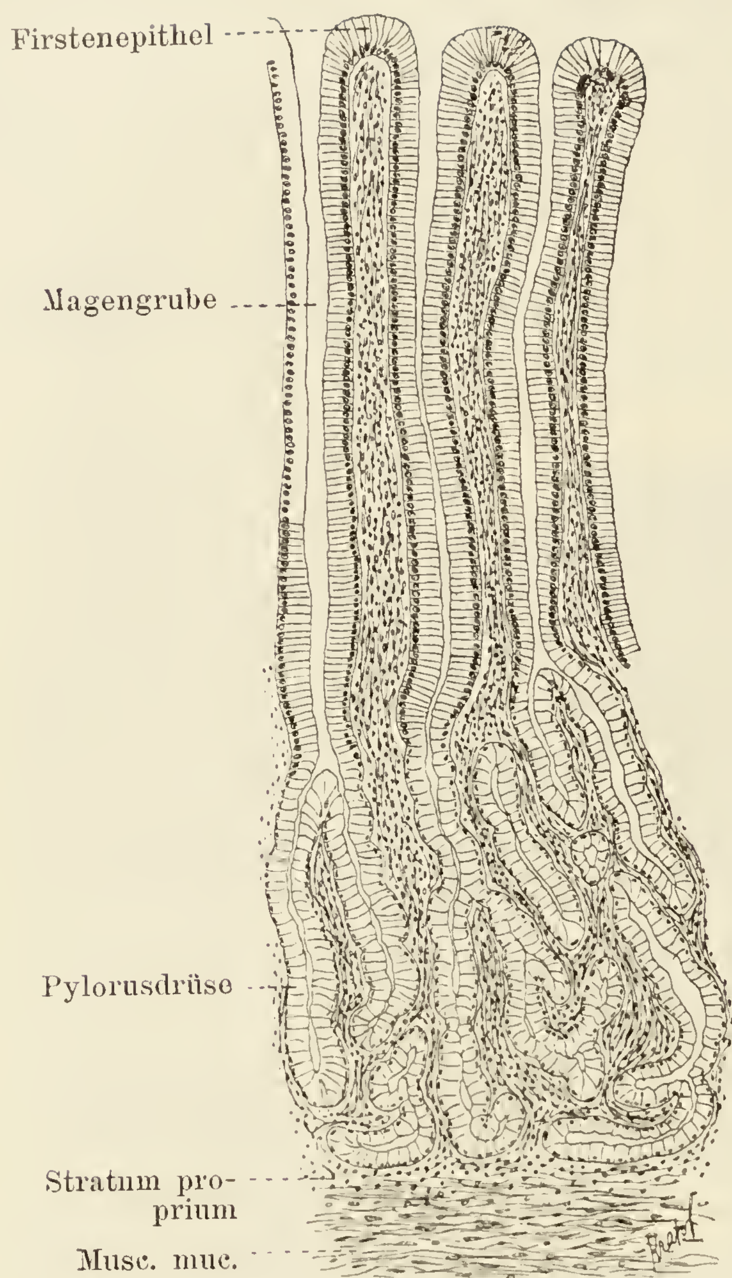


Fig. 131.
Aus einem senkrechten Schnitt durch den Pylorus des Menschen. ca. 60mal vergr. Technik Nr. 235.

mehr ist eine Uebergangszone vorhanden, in welcher sich die Verhältnisse ganz allmählich abändern. Nach dem Pylorus hin werden die Magengruben nach und nach tiefer und die Belegzellen der Drüsen spärlicher. Hier fangen die Drüsen auch an, verästelt zu sein.

In der Pylorusregion selbst reichen die Gruben sehr oft bis zur Hälfte der Schleimhaut, ja sogar bis zur Muscularis mucosae, in welch' letzterem Falle die zugehörigen Drüsen gewunden sind, wobei ihre äusseren Abschnitte an der erwähnten Muskelschicht umbiegen. Besonders wichtig ist es, dass in den Drüsen der Pylorusregion (Gl. pyloricae) nur eine einzige Zellenart vorhanden ist, Zellen, welche man mit den Hauptzellen der Fundusdrüsen zu vergleichen berechtigt ist. Sie sind hier cylindrisch gestaltet, in ihrer Form viel regelmässiger, ein Verhältniss, das vielleicht seinen Grund in der Abwesenheit der Belegzellen hat.

In der unmittelbaren Nähe des Pförtners werden die Pylorusdrüsen kürzer, und es treten in der Submukosa Drüsen auf, welche sich direkt den Brunner'schen Drüsen des Duodenums (Gl. duodenales N.) anschliessen. An dieser Stelle des Pylorus sind auch einzelne Zotten, Bildungen, die ihrem Wesen nach schon dem Duodenum angehören (s. Fig. 139).

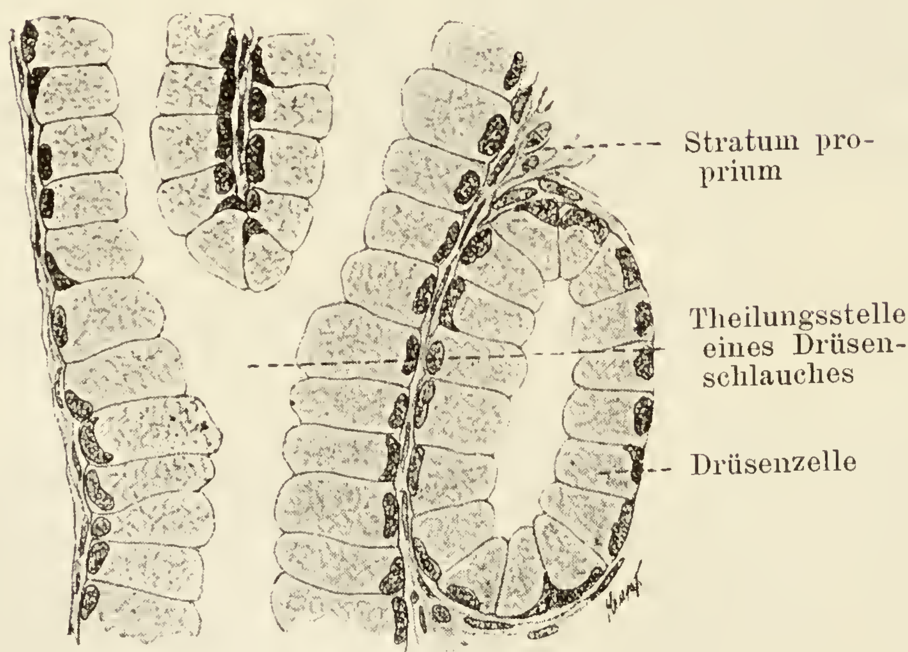


Fig. 132.
Aus einem Schnitt durch die Pylorusregion des Menschen. 600mal vergr. Technik Nr. 235.

Besonders wichtig sind die Veränderungen, welche das Epithel und die Drüsenzellen des Magens während der Sekretion erfahren. Diese Verhältnisse

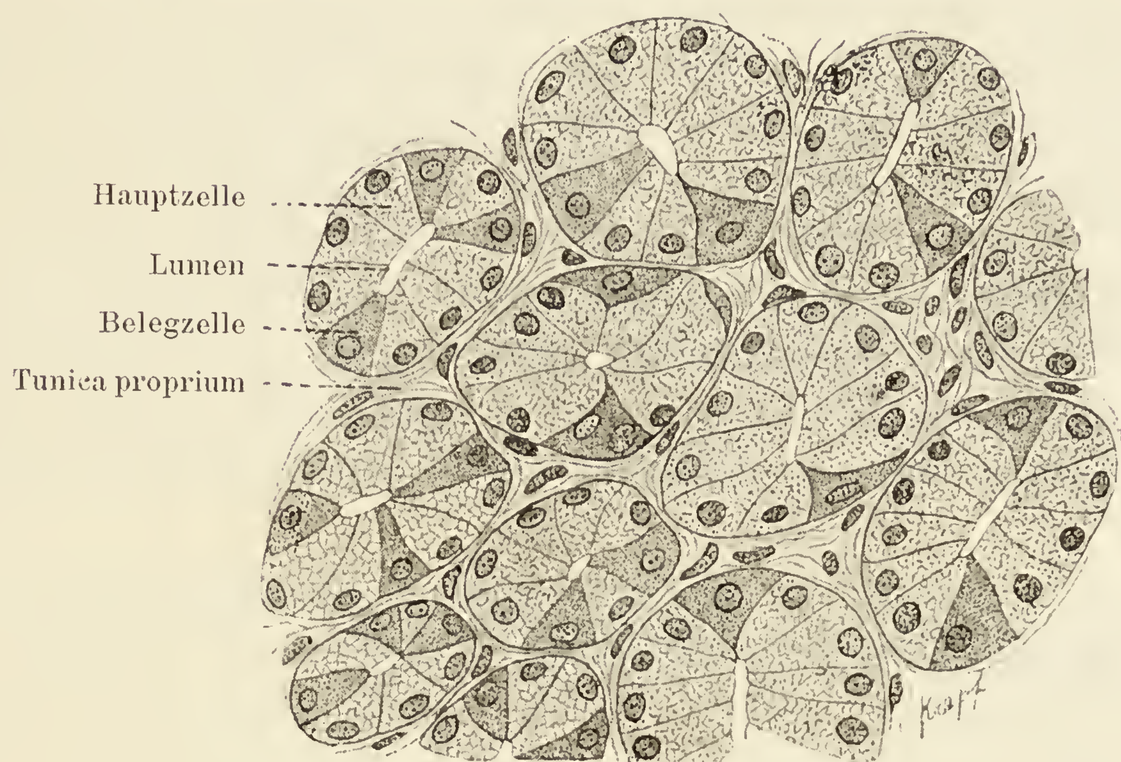


Fig. 133.
Aus einem Schnitt durch die Fundusregion des menschlichen Magens. Hungerzustand. 500mal vergr. Technik Nr. 236.

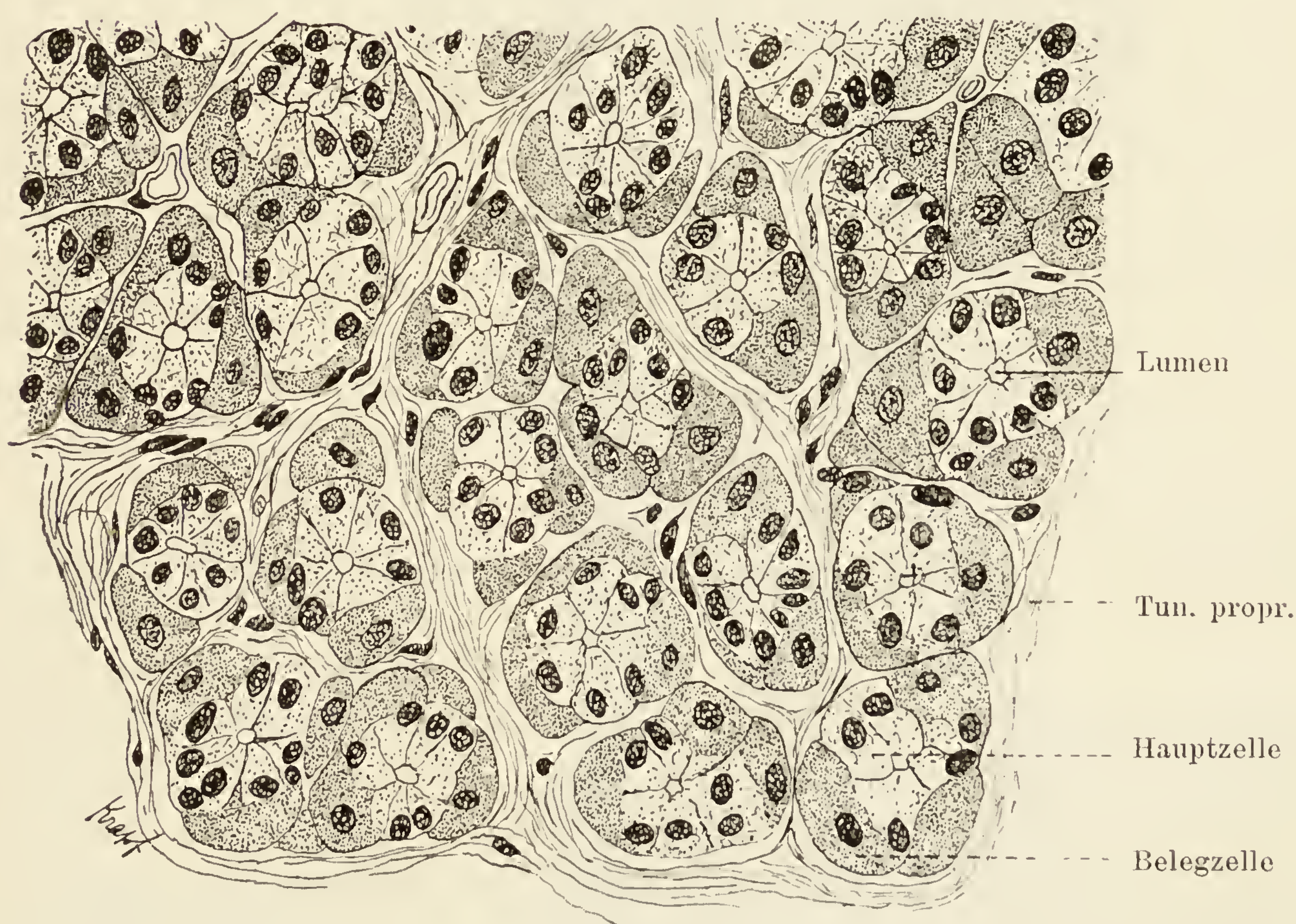


Fig. 134.
Aus einem Schnitt durch die Fundusregion des menschlichen Magens. Verdauungszustand. ca. 500mal vergr. Technik Nr. 236.

sind von R. Heidenhain (83) bei Thieren eingehend studirt worden. Nach den bisherigen Erfahrungen aber lassen sich diese Befunde ohne Weiteres auch auf die Zustände beim Menschen übertragen. 1. Im Hungerzustand

sind die Hauptzellen im Fundus hell und gross, die Belegzellen klein; in ausgeprägten Fällen verlassen sie ihre wandständige Lage und begrenzen, wie die Hauptzellen, das Drüsenlumen. Während der ersten Verdauungsstunden bleiben die Hauptzellen gross, sind aber etwas getrübt, die Belegzellen vergrössern sich. Von der 6.—9. Verdauungsstunde (beim Hunde) verkleinern sich die Hauptzellen und werden noch trüber, die Belegzellen bleiben gross und werden vielleicht noch grösser. Von der 15. St. angefangen kehrt das Bild des Hungerzustandes allmählich wieder zurück: die Hauptzellen vergrössern sich und werden hell; die Belegzellen schwellen ab. 2. Im Pylorus sind die Zellen im Hungerzustande hell und mittelgross und fangen etwa erst 6 Stunden nach der Nahrungsaufnahme an, sich zu vergrössern, wobei ihr Kern

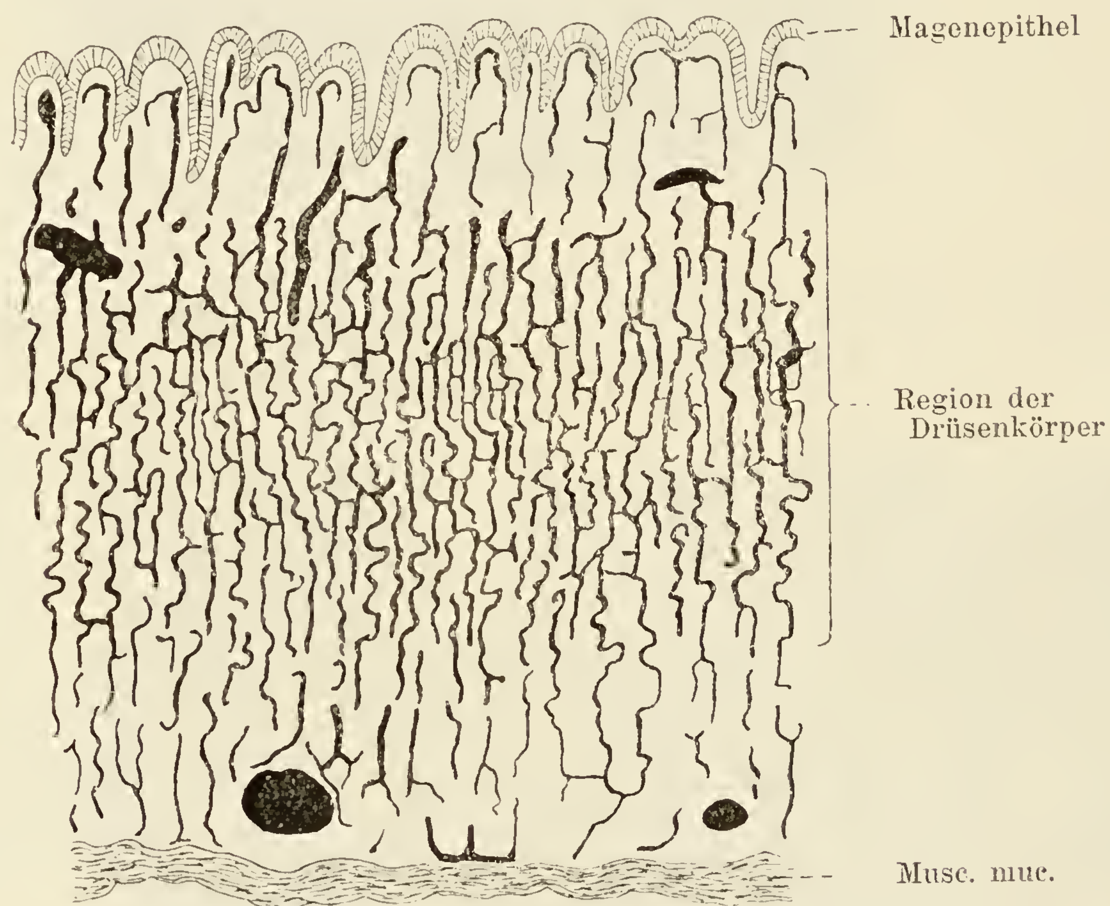


Fig. 135.
Schnitt durch den Fundus des Magens eines Kaninchens. Die Blutgefässe sind injizirt. 60mal vergr.

basalwärts rückt. Von der 15. Stunde an werden sie kleiner und trüben sich, ihr Kern rückt in die Mitte der Zelle.

Da der Pepsingehalt der Magenschleimhaut, wie die chemische Untersuchung gezeigt hat, mit der Vergrösserung der Hauptzellen, resp. der Pyloruszellen zunimmt und mit der Verkleinerung derselben abnimmt, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass es die Hauptzellen sind, die dieses Ferment liefern und zwar in der Weise, dass ihr Protoplasma sich entweder direkt in das Ferment, oder zuerst in eine Vorstufe desselben umwandelt. Es wird angenommen, dass die Belegzellen die Säure des Magens ausscheiden. Die saure Reaktion dieser Zellen ist aber bis jetzt, trotz aller Bemühungen nicht strikte nachgewiesen.

Ueber das Stratum proprium des Magens sei hier erwähnt, dass es im Fundus im normalen Zustande nur selten solitäre Lymphknoten enthält, häufiger in der Pylorusregion; wohl abgegrenzte Lymphknoten kommen, wie es scheint, konstant in der unmittelbaren Nähe des Pylorus selbst vor.

Die Muscularis mucosae ist in der Regel dreischichtig; die Fasern der einzelnen Schichten sind zu deutlichen, geflechtbildenden Bündeln angeordnet. Einzelne Muskelfasern zweigen sich besonders oft von der inneren Schicht ab, biegen senkrecht um und verlieren sich in der Region der Drüsen.

Die Blutgefässkapillaren der Schleimhaut bilden um die Drüsen des Fundus Netze, welche besonders dicht in der Region des Drüsenkörpers und Halses angeordnet sind, d. h. dort, wo sich die meisten Belegzellen vorfinden.

Ueber die äussere Muskelschicht der Magenwand muss besonders erwähnt werden, dass in die Bildung des Sphincter pylori nur ihre innere und mittlere Lage eingehen (s. Fig. 139).

Die Fasern der äusseren Lage durchziehen aber den Sphincter pylori und können bis in die Submukosa verfolgt werden. Kontrahiren sich die ersteren allein, wobei die Faserbündel des Sphinkter gewissermassen wie Rollen wirken, so kann hierdurch eine geringe Erweiterung des Pyloruslumens stattfinden (Dilatator pylori, Rüdinger **79**).

Aehnliche Vorrichtungen sind auch in der Muscularis mucosae des Magens vorhanden (Fig. 129). (Genaueres über Magen vergl. Oppel **96**.)

3. Dünndarm.

Die Schleimhaut des Dünndarms ist durch das Vorhandensein von Zotten (Villi intestinales) charakterisirt. Die letzteren sind mehr oder weniger hohe,

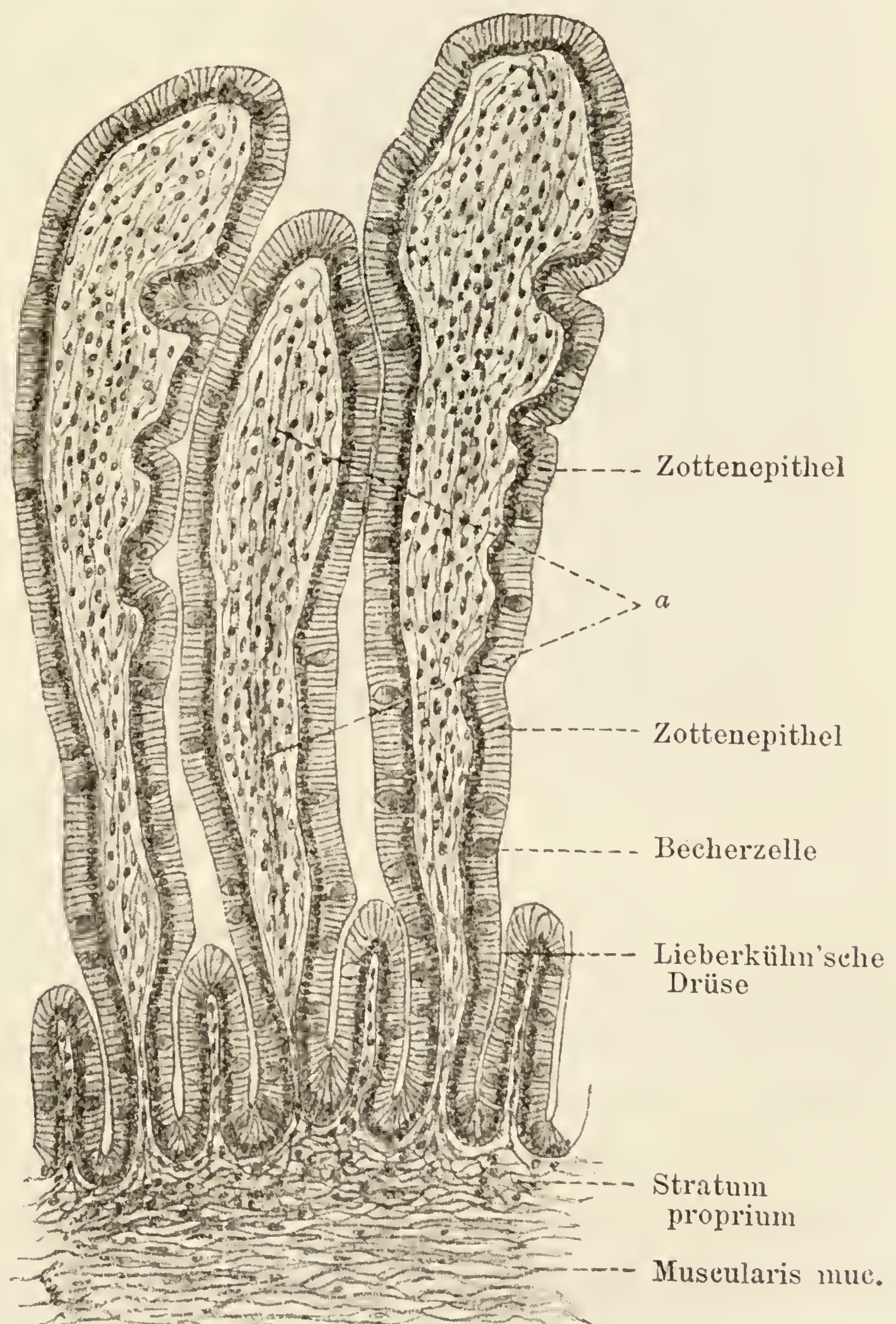


Fig. 136.
Durchschnitt durch die Schleimhaut des Dünndarmes des Menschen. 88mal vergr. Technik Nr. 237.
Bei *a* kollabirtes Chylusgefäss in der Zottenachse.

in das Darmlumen ragende Erhebungen der Schleimhaut, welche bei der Resorption des Chymus thätig sind und durch ihre Anwesenheit die resorbirende Fläche des Dünndarms wesentlich vergrössern. Im Duodenum und Dünndarm bildet die Schleimhaut ausserdem noch permanente Falten (Plicae circulares [Kerkringii]), auf welchen die Zotten sitzen und welche wahrscheinlich aus einer Verschmelzung der basalen Zottenenden hervorgegangen sind. Die Form der Zotten ist im Duodenum blattförmig, im Jejnum eine cylindrische, im Ileum eine keulenförmige.

Das Epithel der Darmschleimhaut überzieht in kontinuirlicher Schicht die Zotten und senkt sich zur Bildung der Drüsen in die Tiefe des Stratum proprium ein. Seine Beschaffenheit ist im Grossen und Ganzen überall dieselbe: es ist ein hohes cylindrisches Epithel, dessen freie Fläche mit einem gestrichelten und ziemlich hohen Cuticularsaum versehen ist. Die Basalfläche des letzteren ist fast immer homogen und erscheint auf einem senkrechten Durchschnitt als eine feine Linie. Die Cuticularsäume benachbarter Zellen verschmelzen miteinander und bilden auf diese Weise eine zusammenhängende Membran, die man auf grossen Strecken von der Zotte ablösen kann (Cuticula). Der Zellkörper ist aus gekörntem oder netzförmigem, oder endlich parallel gestricheltem Protoplasma gebildet, in welchem öfters, namentlich beim Beginn der Schleimsekretion kleinere und grössere helle Vakuolen, Schleim, enthalten sind; am freien Ende der Zelle, bei noch erhaltenem Cuticularsaum, können die letzteren zu einem grösseren Schleimtropfen zusammenfliessen. Der Kern liegt meistens im basalen Drittel der Zellen und nur da, wo diese Kerne, wie z. B. in den schlauchförmigen Darmdrüsen sich zur mitotischen Theilung anschicken, rücken sie dem freien Ende der Zelle zu.

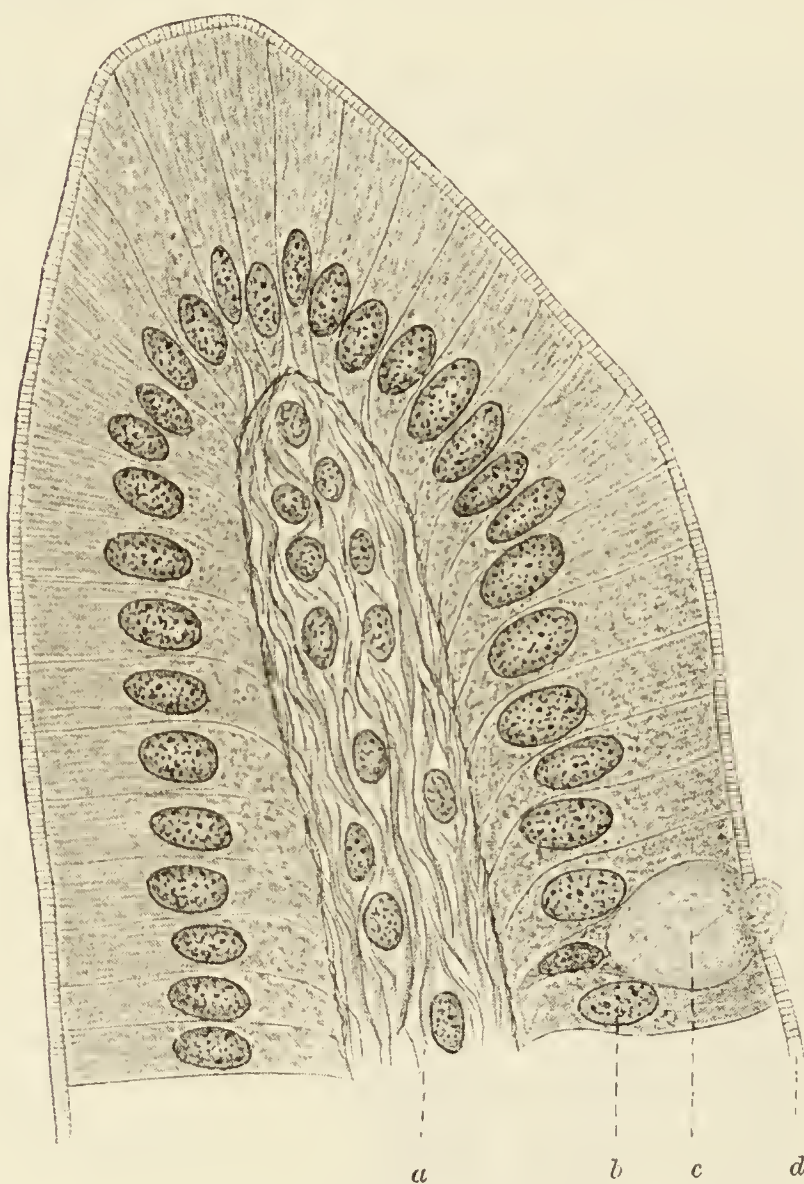


Fig. 137.

Längsschnitt durch eine Zottenspitze aus dem Dünndarm des Menschen. 900mal vergr. (Flemming-sche Flüssigkeit.)

a Gewebe der Zottenachse; *b* Epithelzellen; *c* Becherzelle; *d* Cuticularsaum.

Man kann unter Umständen deutlich wahrnehmen, dass das basale

Ende der Epithelzellen sich auch im Dünndarm zuspitzt und die Annahme, dass diese Basalenden der Zellen auch hier zur Grenzschichte des Str. proprium (Basalmembran) in Beziehung stehen, hat viel Wahrscheinlichkeit für sich. Die ganze Frage befindet sich indessen noch in der Schwebe.

Eine besondere Umwandlung erleiden die epithelialen Zellen, wenn sie durch gesteigerte Schleimproduktion sich in Becherzellen umbilden. Nach neueren Untersuchungen kann die Umwandlung in eine Becherzelle mit jeder Epithelzelle sowohl an der Zottenoberfläche als auch in den schlauchförmigen Darmdrüsen geschehen. Die Anzahl der Becherzellen ist sehr variabel: man trifft sie entweder nur vereinzelt, in grösseren oder geringeren Mengen, oder sie sind sehr zahlreich, Erscheinungen, welche mit der Verdauung und dem Füllungszustande des Darmes in Zusammenhang zu bringen sind.

Die Art und Weise, wie aus einer gewöhnlichen Epithelzelle eine Becherzelle entsteht, lässt sich leicht erklären, wenn man die Wirkung in Betracht zieht, welche eine Anhäufung des Sekretes auf die Zelle ausüben muss. Die Zelle wird bauchig aufgetrieben und der Rest des Protoplasmas mit dem Kern gegen ihre verengte Basis gedrängt; der Cuticularsaum wird gedehnt, gegen das Darmlumen hervorgebuchtet und schliesslich durchbrochen, vielleicht auch abgeworfen. Nachdem die Zelle den Schleim expulsirt hat, kollabirt sie und verwandelt sich in ein schmales, fast stabförmiges Gebilde mit lang ausgezogenem Kern. Es wird angenommen, dass solche entleerte Becherzellen sich wieder zu gewöhnlichen Epithelzellen regeneriren können und schliesslich abermals eine Umwandlung in Becherzellen erleiden.

Das Epithel zeigt, mitunter in seinen Zellen, namentlich aber zwischen denselben eingelagerte Leukocyten. Nach Stöhr (**84**, **89**, **94**) sollen die letzteren auf der Durchwanderung in das Darmlumen begriffen sein. Dass ein Theil dieser Zellen in der That in das Lumen gelangt, ist wohl anzunehmen; aber es sind bisher keine Leukocyten im Cuticularsaum selbst beobachtet worden, und die Zahl der im Darmlumen vorgefundenen Zellen steht nicht im Verhältniss zu den im Epithel vorhandenen Leukocyten. Da man manche derselben sich im Epithel mitotisch theilen sieht, so scheint die Annahme wahrscheinlicher zu sein, dass ein Theil von ihnen nur behufs der Theilung in das Epithel einwandert (Chemotaxis?), um nach Vollendung dieses Prozesses in das Str. proprium wieder zurückzukehren. (Vergl. auch p. 33.)

In den Raum zwischen den Zotten münden zahlreiche, schlauchförmige, nur selten verzweigte Lieberkühn'sche Drüsen oder Krypten (Gl. intestinales N.) ein (ihre Länge wechselt zwischen 320—450 μ). Sie stehen pallisadenförmig neben einander, haben oft einen ampullenartig erweiterten Grund und erstrecken sich fast bis an die Muscularis mucosae, erreichen dieselbe aber nicht. Sie sind nicht nur im Dünn-, sondern auch im Dick- und Mastdarm gleichmässig verbreitet. Ihre Zellen sind etwas niedriger als die der Zotten; auch ihnen kommt ein schmaler Cuticularsaum zu. Sie sind hier, vielleicht aus Anpassung an die starke Krümmung der Drüsenwand, konisch, wobei

die Basis des Kegels nach der Basalmembran, die Spitze nach dem Drüsenlumen gerichtet ist (umgekehrt wie in den Zottenspitzen). Zahlreiche Becherzellen sind hier ebenfalls vorhanden. Ihre Gestalt, während sie Schleim secerniren, ändert sich in den Drüsen nur wenig, nimmt aber niemals, wie in der Zotte, die Form eines gestielten Bechers an.

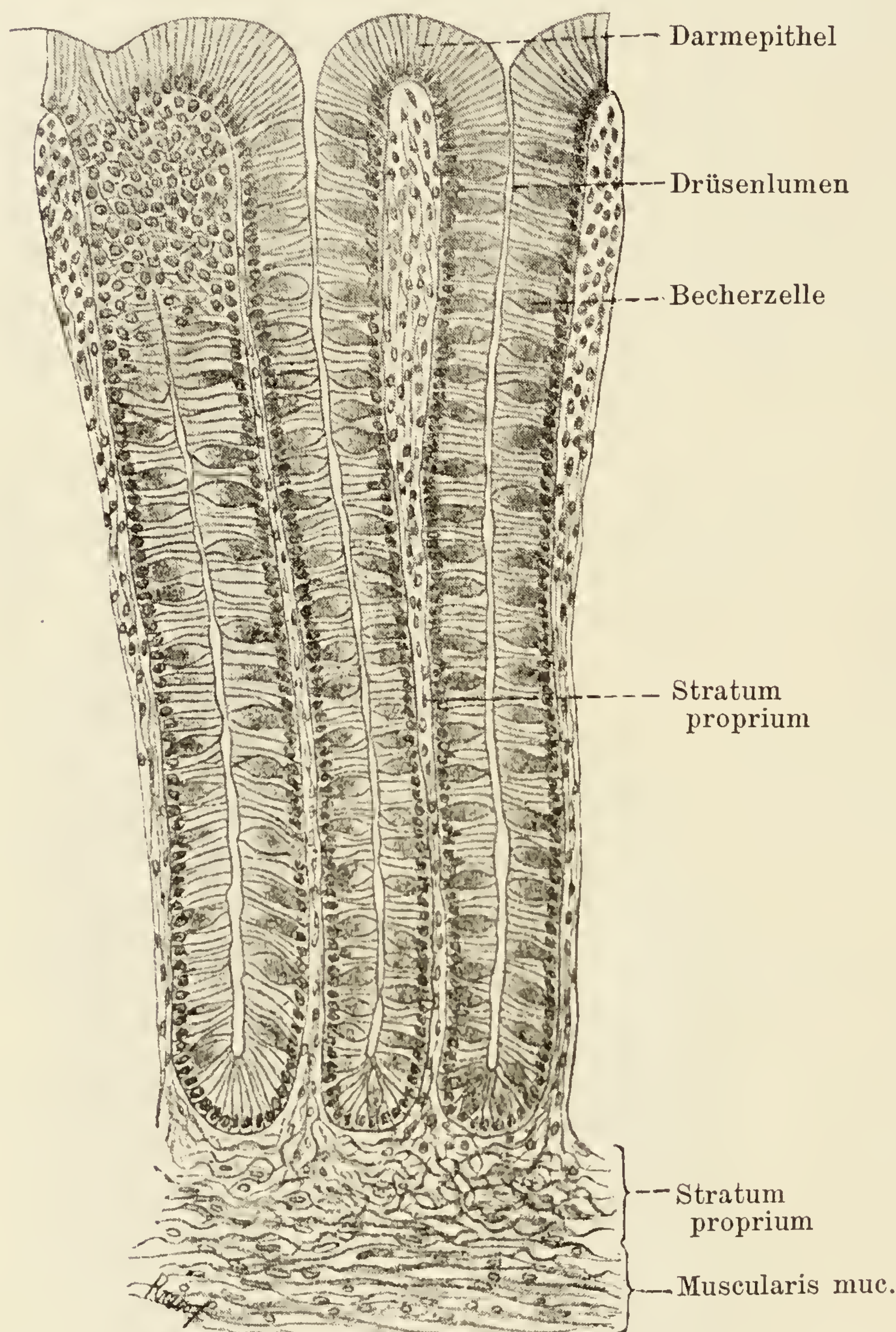


Fig. 138.
Aus einem Schnitt durch die Lieberkühn'schen Drüsen Glandulae colicae) des Menschen. ca. 200mal vergr.

In den Darmdrüsen werden stets Mitosen angetroffen, und zwar stets in nicht verschleimten Zellen. Sie sind hier leicht wahrzunehmen, weil die in Mitose stehenden Kerne, wie wir sahen, ausser der Reihe der übrigen Kerne liegen und dadurch in die Augen fallen. Die Theilungsebene der Zellen fällt senkrecht zur Drüsenachse, so dass eine Vermehrnug dieser Zellen zu einer Ausdehnung derDrüsenwand führen muss. Im eigentlichen Zottenepithel wurden hingegen nur äusserst selten Mitosen beobachtet. Wenn daher an der Oberfläche der Zotten Zellen zu Grunde gehen sollten, so muss angenommen werden, dass der dadurch entstandene Verlust von emporrückenden neuen Elementen von den Drüsen aus ersetzt wird (Bizzozero **89, 92. 1**).

Das ganze Duodenum, sowie auch der in der unmittelbaren Nähe des Pförtners liegende Abschnitt der Pylorusregion sind durch die Anwesenheit einer besonderen zweiten Drüsenform charakterisirt, — Drüsen, welche im Duodenum neben den Gl. intestinales, im Pylorus neben den Pylorusdrüsen vorkommen. Diese Brunner'schen Drüsen (Glandulae duodenales N.) (im Mittel 0,5—1 mm dick), sind zusammengesetzte verzweigte alveoläre Drüsen, deren Schläuche, namentlich am Drüsengrunde, öfters mit ansitzenden Alveolen besetzt sind. Der Drüsenkörper liegt hauptsächlich in der Submukosa, ein Theil von ihm kann aber auch in der Mukosa selbst vorhanden

sein. Im Magen münden sie in die Magengruben; in das Darmlumen entweder selbständig, zwischen den Zotten, oder durch Vermittelung der Darm-

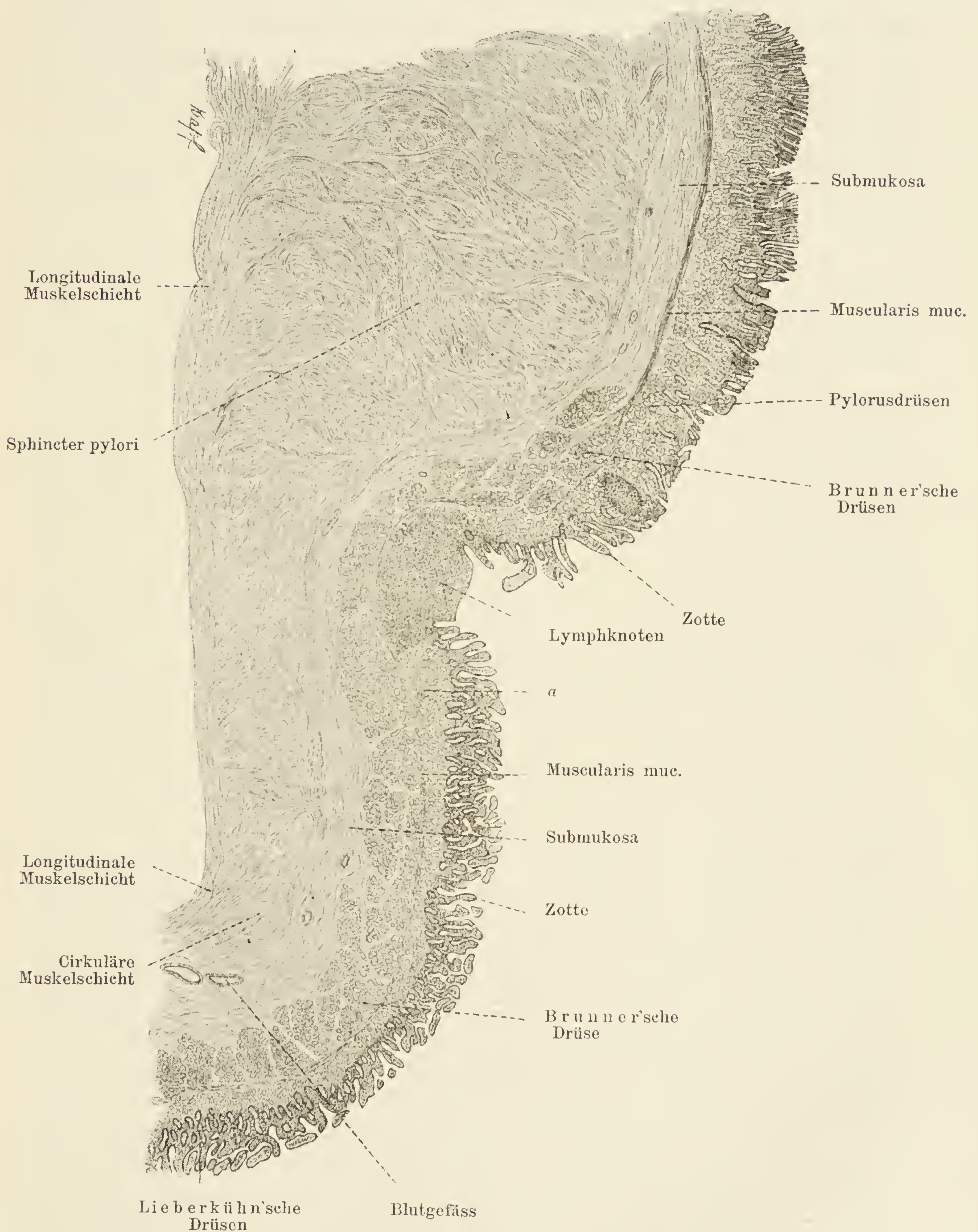


Fig. 139.

Aus einem Schnitt durch die Grenze von Pylorus und Duodenum des Menschen. ca. 18mal vergr.

Bei *a* greifen die Pylorusdrüsen auf das Duodenum über.

drüsen. Die Drüsenzellen sind hier im Ganzen jenen der Pylorusdrüsen ähnlich, nur sind sie in der Regel etwas kleiner als die letzteren.

Wie die Duodenaldrüsen in den Magen hineinreichen, so erstrecken sich die Pylorusdrüsen des Magens auf den Anfangstheil des Duodenums; hier sind im letzteren neben kurzen Zotten auch noch Einsenkungen der Schleimhaut vorhanden, die den Magengruben durchaus entsprechen. Die Lieberkühn'schen Drüsen fangen erst in einer gewissen Entfernung vom Pylorus an; sie sind anfangs kurz und erreichen erst dann ihre gewöhnliche Länge, wenn die aus dem Magen sich bis hierher erstreckenden Drüsen aufhören (s. Fig. 139).

Man sieht also, dass Bildungen des Pylorus und des Duodenums ineinander greifen, und dass eine schärfere Grenze zwischen den beiden Abschnitten, wenigstens was die Schleimhaut angeht, nicht gezogen werden kann. Mit dem Duodenum hören die Gl. duodenales auf. Zwischen Jejunum und Ileum ist, auch mikroskopisch, keine scharfe Grenze aufzufinden. Die meisten Unterschiede sind nur quantitativer Natur: im Jejunum sind die Plicae circulares Kerkringii zahlreicher als im Ileum, die Zotten stehen dichter und sind schlanker. Auch die Lieberkühn'schen Drüsen scheinen im Jejunum zahlreicher zu sein. Das Ileum, mit Ausnahme des untersten Theiles desselben, ist durch das Vorhandensein der Peyer'schen Plaques ausgezeichnet.

Das Stratum proprium des Dünndarms ist ein retikuläres Bindegewebe mit darin liegenden Lymphzellen. Es beherbergt die Drüsen und erhebt sich mit den Zotten, deren Achse es bildet. Sowohl gegen die Drüsen, als auch gegen das Zottenepithel und jenes der übrigen Darmoberfläche, ist es durch eine eigenthümliche Basalmembran abgegrenzt. Für die histologische Analyse bietet diese letztere Schwierigkeiten und deshalb sind die Meinungen über ihre Struktur und deren Deutungen noch sehr verschieden. Sie wird entweder als eine homogene, glashelle, äusserst feine Membran mit eingelagerten Kernen geschildert, oder als eine ganz aus platten Zellen bestehende Lamelle angesehen. Jedenfalls sind Kerne in der Basalmembran enthalten. Unter derselben liegt eine mehr fibrillär gebaute dickere Grenzschicht, welche mit dem Str. proprium innig zusammenhängt und als eine Differenzirung des letzteren betrachtet werden kann. Gegen die Muscularis mucosae wird das Str. proprium durch eine gegitterte elastische Membran abgeschlossen (J. Mall, beim Hund), deren Lücken für den Durchtritt der Gefässe, Nerven und Muskelfasern bestimmt sind.

Die Muscularis mucosae (Lamina muscularis mucosae N.) besteht aus zwei Schichten von glatten Muskelfasern, deren Anordnung die gleiche wie auch in der äusseren Muskelhaut ist, d. h. sie besteht aus einer inneren cirkulären und einer äusseren longitudinalen Lage. Die Fasern sind öfters zu Bündeln gruppirt, die dann durch Bindegewebe von einander geschieden erscheinen. Von beiden Lagen, namentlich aber von der inneren, zweigen sich rechtwinkelig Muskelzüge ab, welche in die Tunica propria ge-

langen, zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen verlaufen und bis in die Zotten vordringen. In den letzteren sind sie zu Bündeln angeordnet und liegen in der Nähe der Zottenachse, welche, wie wir sehen werden, durch ein Chylusgefäss eingenommen wird. Die Kontraktion der Zottenmuskulatur bewirkt eine Zusammenziehung der Zotte.

Im Stratum proprium des Dünndarms sind Lymphknoten sehr verbreitet, sie kommen entweder vereinzelt, als solitäre Knötchen (Noduli lymphatici solitarii N.) oder zusammengehäuft als Peyer'sche Plaques (Noduli lymphatici aggregati N.) vor. — An der Stelle, wo solitäre Knoten liegen, pflegen die Zotten zu fehlen, während die Lieberkühnschen Drüsen zur Seite gedrängt erscheinen.

Der Lymphknoten hat in der Regel eine birnförmige Gestalt. Der dünnere Theil ragt in das Darmlumen etwas vor, der dickere erstreckt sich bis zur Muscularis mucosae, welche oft ausgebuchtet oder bei stärkerer Ausbildung des Lymphknotens sogar durchbrochen wird. Ueber die Zusammensetzung der Knoten können wir uns kurz fassen, da letztere ganz ähnlich beschaffen sind wie diejenigen der Lymphdrüsen (s. diese) und bestehen wie diese aus einem mit Lymphzellen gefüllten retikulären Bindegewebe. Ausdrücklich sei hervorgehoben, dass jeder Knoten ein Keimcentrum besitzen kann.

Die Peyer'schen Plaques sind nichts anderes als ein Haufen solcher Lymphknoten. Der Bau der letzteren ist genau derselbe. Die nach dem Darmlumen gekehrte Oberfläche des Knotens ist kontinuirlich vom Darmepithel überzogen. An der Kuppe des in das Darmlumen vorragenden Knotens findet manchmal beim Menschen nur eine geringe Einsenkung des Darmepithels gegen den Knoten statt, welche bei einigen Thieren (Meerschweinchen) und namentlich in Knoten der Peyer'schen Plaques eine grössere Ausdehnung gewinnt, und zur Bildung einer sogenannten Krypte führt (siehe Fig. 140).

An der Kuppe, wo das Darmepithel mit dem Lymphknoten in Berührung kommt, ist es eigenthümlich verändert. In den meisten Fällen fehlt hier die Basalmembran und die Epithelien liegen dem lymphoiden Gewebe unmittelbar auf. Zwischen den beiden Bildungen fehlt jede Grenze (intermediäre Zone v. Davidoff) und man kann wohl sagen, dass ihre Beziehungen zu einander ausserordentlich innige sind. Die basale Fläche der Epithelzellen ist gefasert und die Fasern scheinen kontinuirlich in das Retikulum des Knotens überzugehen.

Was die Gefässe des Dünndarmes anlangt, so unterscheiden wir: 1. Zottenarterien und 2. Drüsenarterien (für die Darmdrüsen). Die ersteren entspringen hauptsächlich aus dem tiefen arteriellen Netz der Submukosa (s. oben), durchbrechen die Muscularis mucosae, theilen sich unter spitzem Winkel und verlaufen dann, keine weiteren Zweige abgebend, bis zur Spitze der Zotte. Innerhalb der Zotte selbst ist die Arterie in der Nähe ihrer Achse gelegen. Die breiteren Zotten können zwei Arterien enthalten. Die Kreismuskulatur der Arterie geht innerhalb der Zotte allmählich verloren (Hund) und an der Spitze der letzteren zerfällt sie in eine grössere Anzahl von Kapillaren. Diese bilden nun dichte Netze, welche unmittelbar unter der

Basalmembran in der Grenzschicht verlaufen. Aus diesen Netzen entstehen venöse Kapillaren, die sich zu kleineren Venen sammeln, welche schliesslich in zwei oder mehr Zottenvenen einmünden. Diese verbinden sich mit dem in der Mukosa gelegenen Venennetz. Die hauptsächlich aus dem oberflächlichen Netz der Submukosa stammenden Drüsenarterien passiren ebenfalls die Muskularis und zerfallen ausserhalb derselben in kapillare Netze, die die einzelnen Darmdrüsen umspinnen und aus welchen wiederum Venen hervorgehen, die in den venösen Plexus der Mukosa einmünden. Die Venen des Plexus mucosus fliessen zu grösseren Stämmchen zusammen, welche mit dem venösen Plexus der Submukosa in Verbindung treten (vergl. Fig. 126). Es ist erwähnenswerth, dass beim Hunde diese Stämme innerhalb der Muscularis mucosae von einigen sich ringförmig um das Gefäss gruppirenden Muskelfasern umgeben werden (Sphincteren, J. Mall).

Was die Gefässe der solitären Lymphknoten anlangt, so erwähnen wir, dass die Kapillaren nicht immer bis zum Centrum desselben reichen und bleibt in diesem Falle die Mitte des Knoten gefässlos.

Die Anfänge der Lymphgefässe des Dünndarmes liegen in der Achse der Zotte. In gefülltem Zustande ist es ein ansehnlicher, unregelmässig cylindrischer, kapillärer Schlauch, Axialkanal der Zotte, der im kollabirten Zustande aber kaum wahrgenommen werden kann. Ist die Zotte breit, so können zwei Axialkanäle in ihr vorkommen, die an der Spitze ineinander übergehen und auch durch kurze Anastomosen verbunden sind. An der Basis der Zotte geht dieser Axialkanal in ein Lymphkapillarnetz über, welch' letzteres dem Zusammenfluss solcher Kanäle seine Entstehung verdankt. Aus diesem Netze sammeln sich nun zahlreiche Lymphgefässe, welche in der Regel die Schleimhaut senkrecht durchsetzen und sich am Grunde der Darmdrüsen zu einem Geflecht vereinigen (subbasales muköses Netz). Die Minderzahl der die Schleimhaut durchquerenden Lymphgefässe durchbohrt direkt die Muscularis mucosae, um sich mit dem submukösen Lymphnetze zu verbinden. Das subbasale muköse Netz tritt ebenfalls durch radiäre kurze Aeste mit dem submukösen Lymphnetze in Verbindung (Fig. 126).

Die solitären Lymphknoten selbst enthalten keine Lymphgefässe, sondern werden an ihrer Peripherie von einem Lymphgefässkapillarennetz umsponnen. Dasselbe gilt auch für die Knoten der Peyer'schen Plaques.

Von Interesse ist es, dass beim Kaninchen um die Peyer'schen Plaques Lymphsinus vorkommen und ist dadurch eine noch grössere Uebereinstimmung mit den Knoten der Lymphdrüsen gegeben. Die solitären Knoten desselben Thieres entbehren eines solchen Sinus. (Stöhr **94.**)

In Bezug auf die Nerven der Mukosa des Dünndarmes ist bisher nur wenig eruirt worden. Eine grosse Zahl markloser Fädchen durchbrechen in Begleitung von Gefässen die Muscularis mucosae. In die letztere treten zahlreiche Nerven ein und bilden dort, nach Berkley (**93. 1**), beim Hunde, eigenthümliche Endzwiebeln und Endknöpfchen, welche möglicherweise motorische

Nervenendapparate darstellen. Innerhalb des Stratum proprium, im Bereich der Drüsen und in den Zotten finden sich ebenfalls zahlreiche feinste Nervenfibrillen und deren Komplexe, die in einer vorläufig noch nicht näher bestimmten Weise sich vielfach durchkreuzend mit kleinen Verdickungen oder auch ohne denselben endigen.

4. Dickdarm, Mastdarm und Anus.

Der Dünndarm hört an der Ileocaecalklappe (Valvula coli) auf. Das Verhalten der Schleimhaut auf der Klappe ist folgendes: in einer ge-

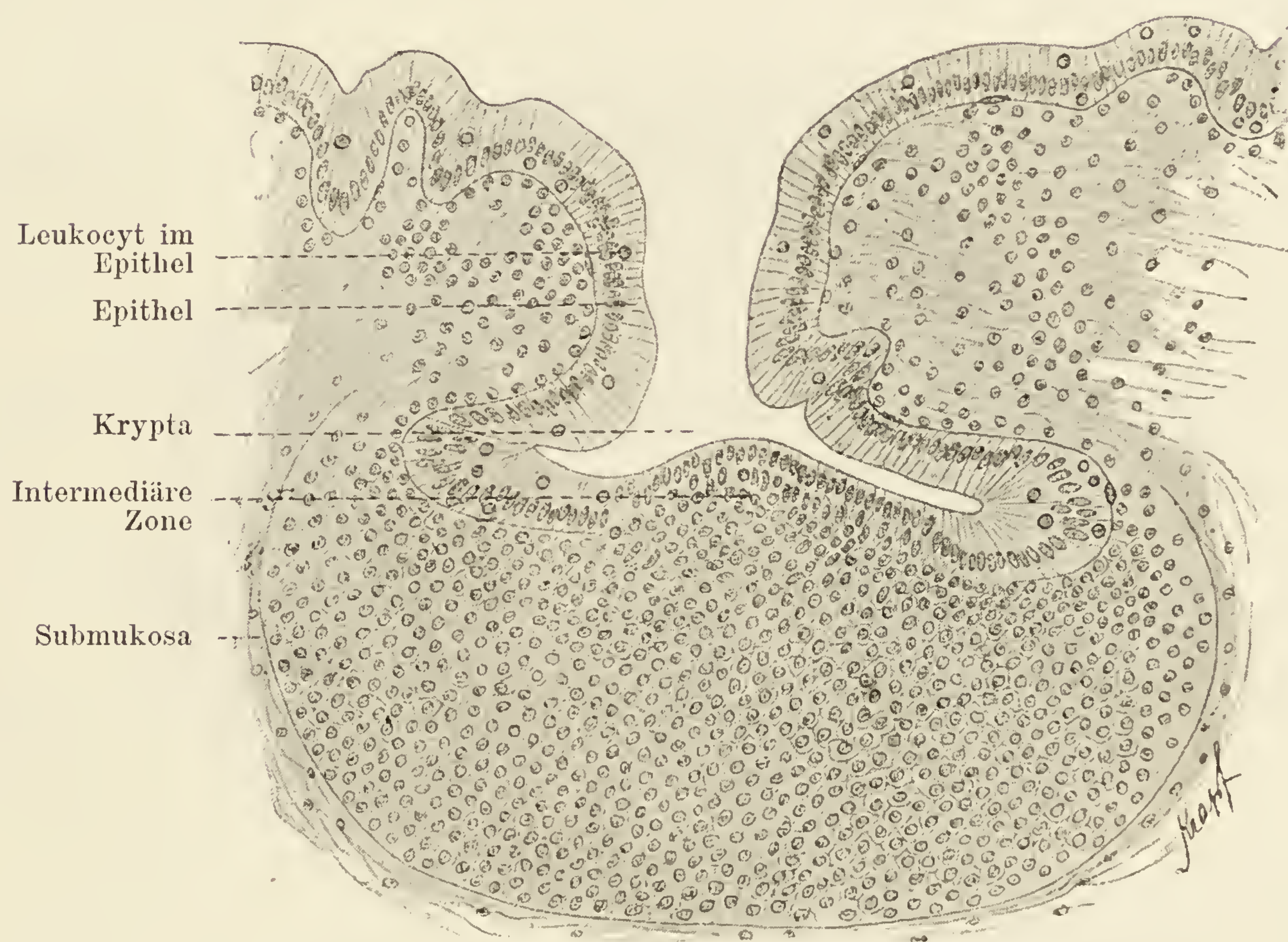


Fig. 140.
Schnitt durch einen solitären Lymphknoten aus dem Processus vermiformis des Meerschweinchens, eine ausgeprägte Krypta zeigend. ca. 400mal vergr. (Flemming'sche Flüssigkeit.)

wissen Entfernung vom Klappenrande werden die Zotten des Ileums breit und niedrig. In der Nähe des Randes fliessen ihre basalen Abschnitte derart zusammen, dass sie wabenartig sich verbindende Leisten, auf welchen eine geringe Anzahl von Zotten sich erhebt, erzeugen. Am Grunde der Waben münden die Darmdrüsen. Auf der Caecumseite der Klappe, in unmittelbarer Nähe ihres Randes, sind die Zotten noch spärlicher vertreten und verschwinden schliesslich ganz, während die erwähnten Leisten noch eine ziemliche Strecke weit auf derselben erhalten bleiben. Jenseits der Klappe, im Caecum, fehlen beim Erwachsenen sowohl die Zotten, als auch die Leisten ganz.

Von der Schleimhaut des Caecum ist nichts Besonderes zu erwähnen. Zotten fehlen.

Der Processus vermiformis ist durch den Reichthum seiner solitären Knoten ausgezeichnet, welche zuweilen eine kontinuirliche Lage herstellen. Durch die stärkere Ausbildung der Lymphknoten werden die Darmdrüsen verdrängt und gehen als solche vielfach zu Grunde; sie werden durch die Lymphknoten gleichsam durchwachsen und die epithelialen Drüsenzellen mengen sich den Lymphzellen bei. Ueber die definitiven Schicksale der ersteren konnte keine Sicherheit erlangt werden (Rüdinger **91**).

In der Schleimhaut des Dickdarms fehlen die Zotten (beim Erwachsenen gänzlich); die Darmdrüsen sind auch hier in gleichmässiger und dichter Anordnung vorhanden. Durch solitäre Knoten wird die regelmässige Anordnung der Drüsen gestört. Im Dickdarm sind die Darmdrüsen etwas länger;

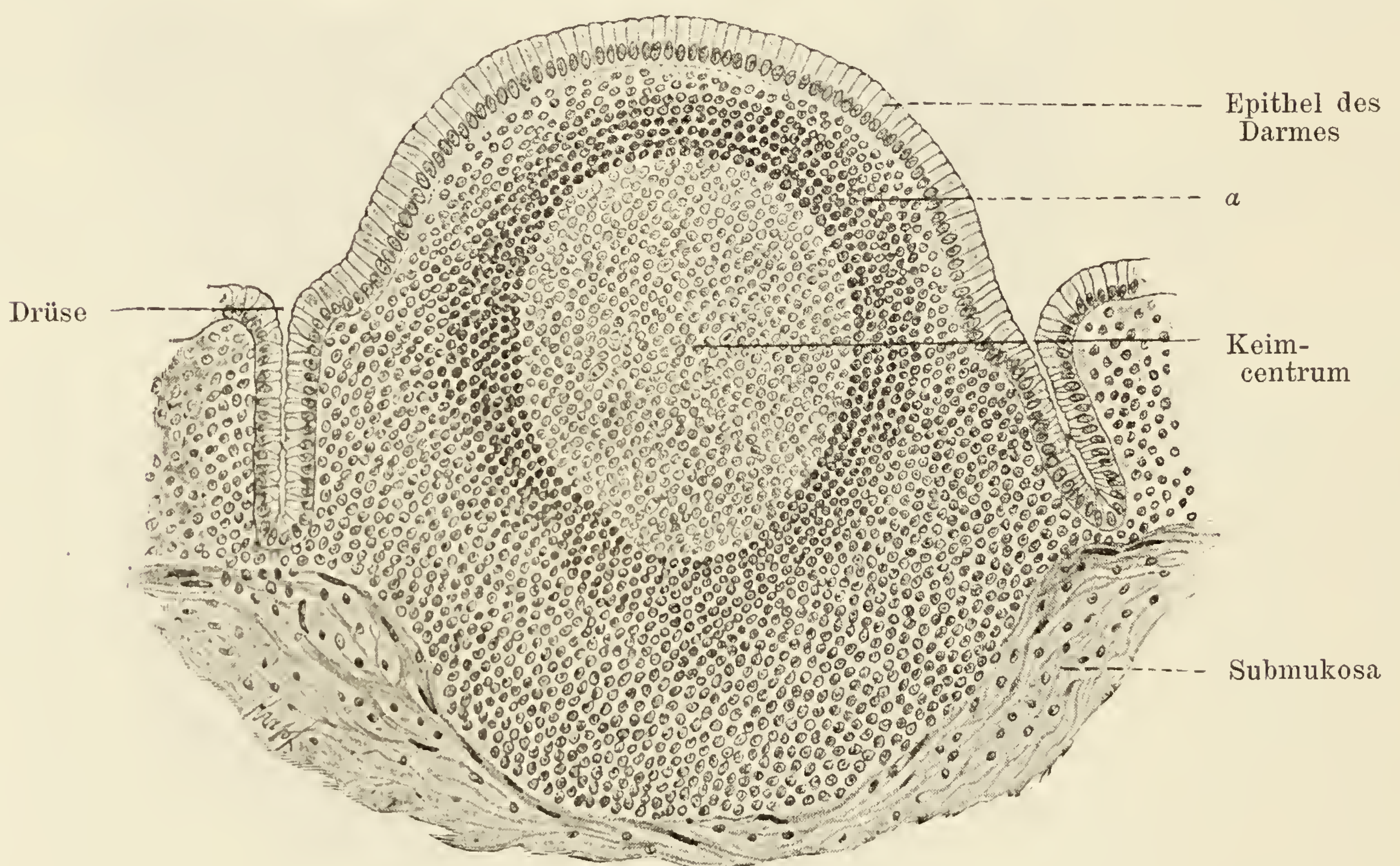


Fig. 141.
Ein solitärer Lymphknoten aus dem Dickdarm des Menschen.
Bei *a* eine ausgesprochen konzentrische Anordnung seiner Lymphzellen zeigend.

sie enthalten in der Regel viel mehr Becherzellen als im Dünndarme und nur im Grunde und an der Mündung der Drüse sind nicht verschleimte Zellen zu finden. Uebergänge von letzeren zu den ersteren sind beim Menschen nachgewiesen worden (Schaffer **91**). Die Taeniae und die Plicae semilunares hören am S. romanum N. (Colon sigmoideum) auf und es treten im Rektum die Plicae semilunares (Plicae transversales recti N.) an ihre Stelle. Permanente longitudinale Falten, die sogenannten Columnae rectales Morgagni, sind nur im unteren Abschnitte des Rektums vorhanden. Auch sind die Darmdrüsen hier am längsten und hören zu gleicher Zeit mit den Columnae rectales auf.

Gegen den Anus zu, bildet die Schleimhaut des Rektums einen drüsenlosen schmalen Ring, welcher nach aussen gegen die Haut durch eine wellen

förmige Linie abschliesst. Der Uebergang zur äusseren Haut ist ein allmählicher und erinnert an die Verhältnisse, wie sie in der Kardia bestehen; das Cylinderepithel geht aber hier nur nach und nach in das geschichtete Epithel der äusseren Haut über.

Nach aussen vom Anus, etwa 1 cm davon entfernt, stehen im Kreise ungemein stark entwickelte Schweissdrüsen, welche an Grösse fast die der Achselhöhle erreichen — die cirkumanalen Drüsen.

5. Bemerkungen über die Sekretion und Fettresorption im Darme.

Die Zellen der Brunner'schen Drüsen (Glandulae duodenales) zeigen Aehnlichkeit mit den Zellen der Pylorusdrüsen. Auch während der Verdauung verändern sie sich in ganz analoger Weise, d. h. die Drüsenzellen sind im Hungerzustande gross und hell und werden während der Absonderung kleiner und trüber. Da nachgewiesen wurde, dass die Zellen der Drüsen des Duodenums, namentlich im Hungerzustande, pepsinreich sind, so ist damit eine noch grössere Aehnlichkeit zwischen ihnen und jenen der Pylorusdrüsen gegeben. Was die Darmdrüsen anlangt, so ist es bekannt, dass im Hungerzustand die Becherzellen derselben ausserordentlich zahlreich sind, nach anhaltender Thätigkeit als solche grösstentheils verschwinden, und durch Vergiftungen mit Pilokarpin, in bestimmten Darmabschnitten des Kaninchens, gänzlich zum Schwunde gebracht werden können. Es scheint also, dass die physiologische Aufgabe der Lieberkühn'schen Drüsen wesentlich in der Schleimsekretion besteht, wenn auch die Möglichkeit einer Produktion eines anderen Sekretes, namentlich im Dünndarm, nicht ausgeschlossen werden kann (vergl. R. Heidenhain **83**).

Es wurde bekanntlich bis in die neueste Zeit angenommen, dass das mit der Nahrung aufgenommene Fett im Darme emulgire; weiterhin wurde angegeben, dass die Galle auf die Cuticularsäume der Epithelzellen der Zotten in der Weise einwirke, dass eine corpuskuläre Aufnahme des emulgirten Fettes von Seiten der Zottenzellen (nicht Becherzellen) möglich wird. Und es ist in der That eine vielfach gemachte Beobachtung, dass die Epithelzellen während der Resorption Fettkörnchen enthalten. Es wurde demnach nach Mechanismen gesucht, welche zum Verständniss einer solchen corpuskulären Aufnahme von Seite der Zelle beitragen könnten. Es schien am wahrscheinlichsten, dass von der Zelle aus, durch den Cuticularraum, Protoplasmafädchen (Pseudopodien) ausgesandt werden, welche Fett aufnehmen und mit diesem sich in die Zelle wieder zurückziehen.

Als aber gezeigt wurde, dass nach Fütterung mit Fettsäuren oder -seifen ebenfalls Fetttröpfchen in den Epithelzellen auftreten und dass der Chylus danach, wie nach einer Fettfütterung, Fett führt, konnte man die Hypothese aufstellen, welche annimmt, dass das Fett unter dem Einfluss des pankreatischen Saftes in Fettsäuren und Glycerin gespalten wird, dass ferner die Fett-

säuren durch das Alkali des Darmsaftes und der Galle gelöst werden und innerhalb der Epithelzellen mit dem entsprechenden Glycerin sich zu Fett wieder verbinden. Es ist nun die Aufgabe der Histologie, nach Mechanismen in der Zelle zu suchen, welche die Fettsäuren in Fett umwandeln. Diese Aufgabe soll nach Altmann **94** durch bestimmte Körnchen in der Zelle (Elementarorganismen) vollführt werden. Wie nun diese Fettkörnchen weiterhin in das centrale Zottengefäss gelangen, ist eine neue Frage, deren Beantwortung ebenfalls noch nicht vorliegt.

D. Leber.

Beim Erwachsenen ist die Leber eine netzförmige tubulose Drüse. Schon bei Betrachtung mit blossem Auge bemerkt man, besonders deutlich bei einigen Thieren (Schwein), dass sie sich aus gleichartigen, nahezu kugligen Abtheilungen aufbaut. Diese Abtheilungen sind die Leberläppchen (Lobuli) von 0,7—2,2 mm Durchmesser. Sie sind von einander durch Bindegewebe (interlobuläres Bindegewebe, die Fortsetzung der Glisson'schen Kapsel,

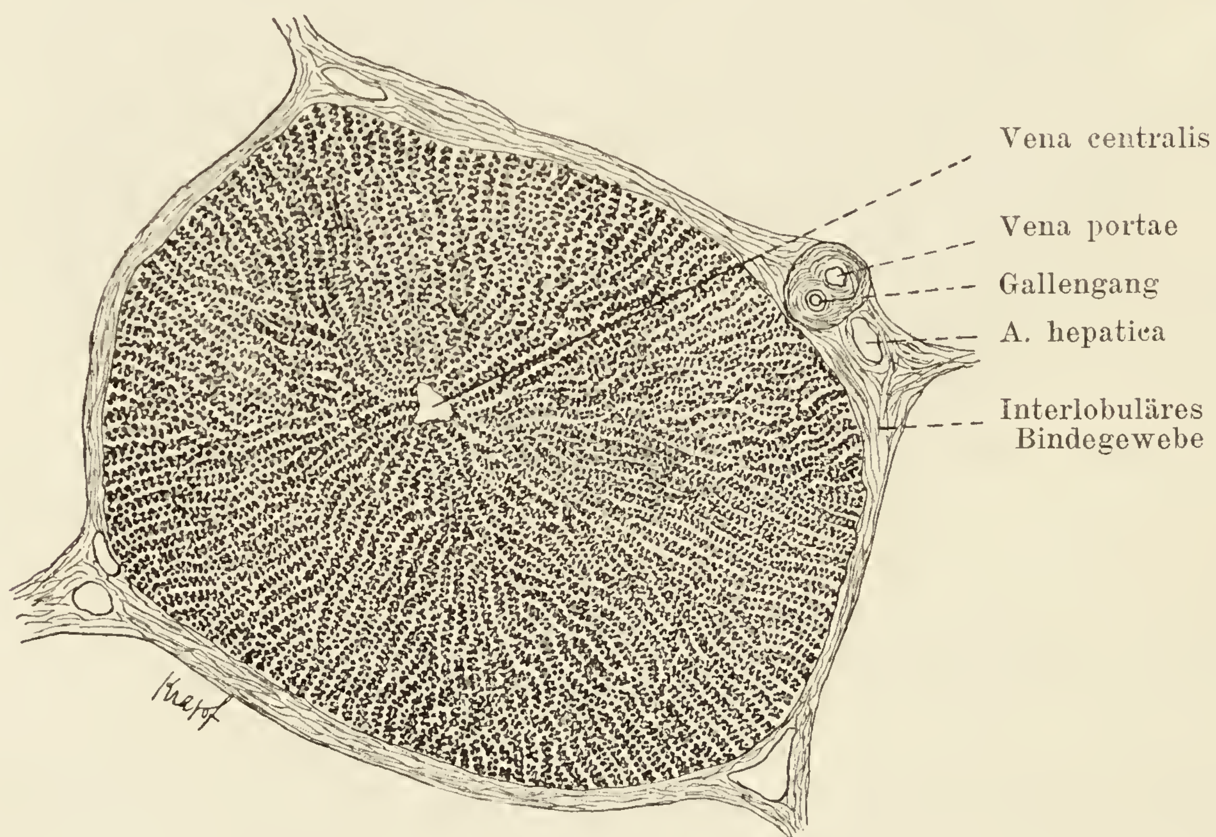


Fig. 142.
Schnitt durch ein Leberläppchen des Schweines, die Leberzellenbalken zeigend. 70mal vergr.

Capsula fibrosa) geschieden, in welchem grössere Blutgefässe, Gallengänge, Nerven und Lymphgefässe gelegen sind. Bei Betrachtung eines dickeren Leberschnittes bei schwacher Vergrösserung fällt der radiäre Bau dieser Läppchen auf. In der Mitte der letzteren sieht man eine Lichtung, welche, je nach der Richtung des Schnittes, entweder abgeschlossen oder mit der Peripherie der Läppchen durch einen Kanal verbunden ist. Diese Lichtung

entspricht dem central gelegenen Theil der zum System der Vena cava inf. gehörenden Vene des Läppchens, der V. centralis oder intralobularis.

Vom Centrum des Läppchens aus bis zu seiner Peripherie gehen zahlreiche, radiär verlaufende, sich vielfach verzweigende und miteinander anastomosirende Züge ab, — es sind die Leberzellenbalken. Zwischen ihnen sind hellere Streifen zu sehen, welche z. Th. von den Gefässkapillaren, z. Th. von dem intralobulären Bindegewebe etc. eingenommen werden.

Das eben entworfene Bild entspricht nicht genau dem der Leber des Menschen, weil hier vielfache Verschmelzungen der Läppchen zu doppel-



Fig. 143.
Aus einem Schnitt durch eine injizirte Leber des Kaninchens. Die Begrenzung der Läppchen ist eine unvollständige. ca. 35mal vergr.

ten und dreifachen Bildungen vorkommen und in diesen Fällen eine Sonderung des Lebergewebes in diskrete Läppchen selbstverständlich nicht scharf hervortritt.

Die Leberbalken bestehen aus Reihen von Leberzellen; diese haben meistens eine polyedrische Gestalt, stossen mit ihren Flächen derart aneinander, dass zwischen ihnen ein cylindrischer kapillarer Raum bestehen bleibt, den wir als Gallenkapillare näher kennen lernen werden. Die Kanten der Zellen weisen ebenfalls Rinnen auf, die mit den Rinnen der benachbarten Zellen zu einem Kanal sich vereinigen, in welchem Blutgefässkapillaren gelegen sind.

Die nähere Untersuchung der Leberzellen zeigt, dass sie keine isolirbare Membran besitzen und in der Regel *einen* ruhenden Kern einschliessen; manche Zellen enthalten jedoch auch zwei Kerne. Von Interesse ist die Thatsache, dass die Leberzellen einiger Thiere, z. B. die des Kaninchens, mitunter fast ausschliesslich zweikernig sind.

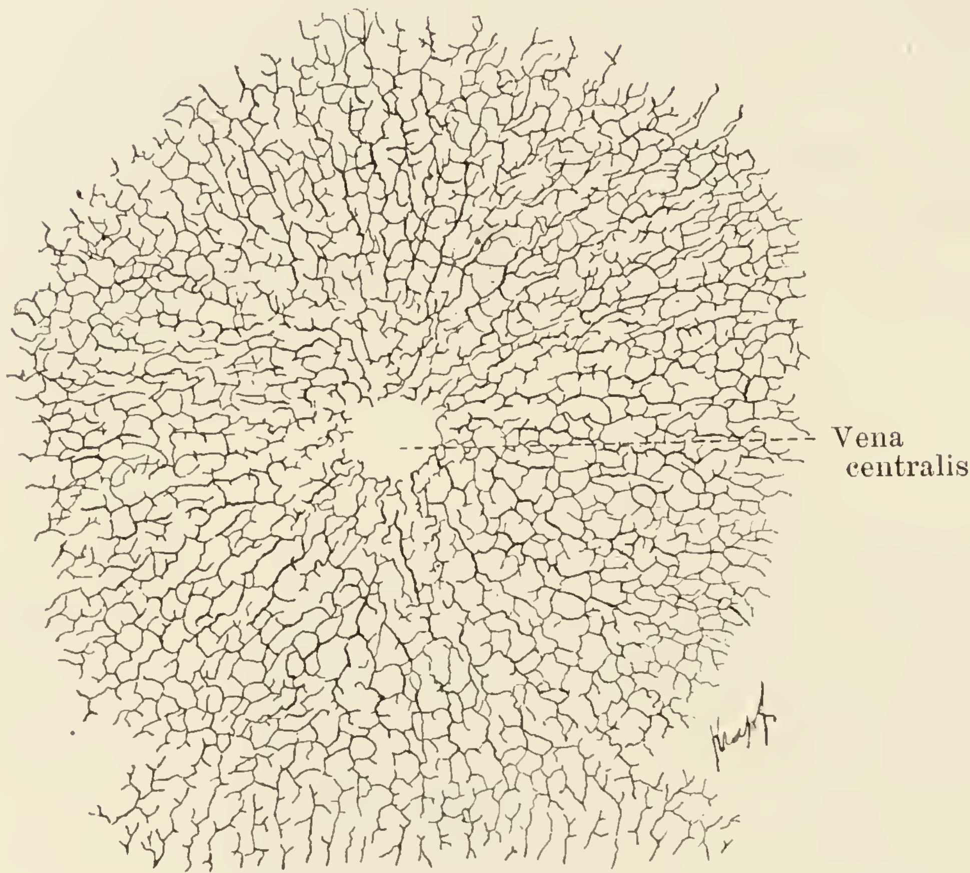


Fig. 144.

Gallenkapillaren des Menschen. Man sieht wie die Kapillaren des einen Läppchens mit solchen des benachbarten Läppchen (in der Figur unten) konfluiren. (Chromsilbermethode.) 110mal vergr.

Der *Zellenleib* (beträgt beim Menschen im Mittel 18—26 μ) der Leberzellen zeigt die bekannte Sonderung in Proto- und Paraplasma, was besonders deutlich bei hungernden Thieren hervortritt. In diesen Fällen sieht man, dass die *Protoplasmanetze* um den Kern herum besonders dicht sind und dann in weitmaschigere, in der ganzen übrigen Zelle verbreitete übergehen. Das *Paraplasma* ist undeutlich granulirt, schliesst aber während der Thätigkeit der Zelle Glykogen und Gallentröpfchen (Sekretvakuolen) ein.

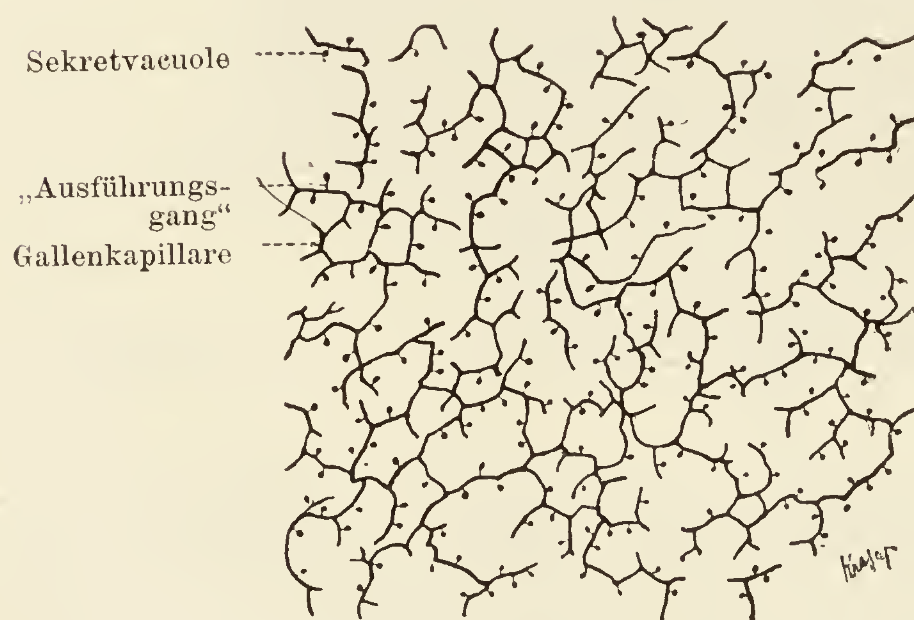


Fig. 145.

Gallenkapillaren des Menschen auf einem Durchschnitt. 480mal vergr. (Chromsilbermethode.)

Die eben erwähnten Vakuolen im Paraplasma spielen eine bedeutende Rolle bei der Sekretion der Zelle und entstehen dadurch, dass kleinste Tröpfchen Galle zu einem grösseren konfluiren. Hat die Vakuole eine bestimmte Grösse erlangt, so ist sie bestrebt, ihren Inhalt in die Gallenkapillare zu entleeren; hierbei bildet sich gleichsam ein enger Aus-

führungsgang, der die Vakuole mit der Gallenkapillare verbindet (Kupffer **73, 89**).

Die Gallenkapillaren sind, wie wir erwähnten, nichts anderes als ein röhrenförmiger, kapillärer Raum zwischen den Leberzellen der also keine besonderen eigenen Wandungen besitzt, vielmehr mit einem Lumen einer schlauchförmigen Drüse zu vergleichen ist, dessen Wände in der Leber des Menschen nur aus zwei Reihen von Zellen (Leberzellen) gebildet werden. (Bei niederen Wirbelthieren besteht die Wandung der Gallenkapillaren auf dem Querschnitt aus mehreren Zellen, so z. B. beim Frosche in der Regel aus drei, bei der Natter bis fünf.) Die Gallenkapillaren verlaufen selbstverständlich der Anordnung der Leberbälkchen entsprechend, d. h. beim Menschen im Allgemeinen ebenfalls radiär. Sie bilden Netze, deren Maschen der Grösse der Leberzellen entsprechen.

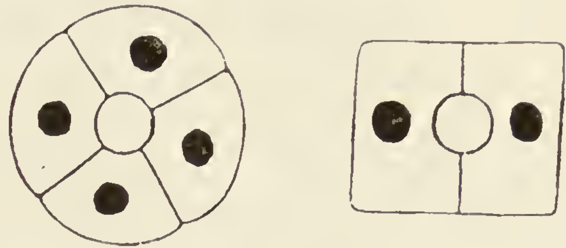


Fig. 146.
Schema der Leberzellenbalken am Querschnitt. Links wird die Gallenkapillare von 4, rechts von 2 Zellen gebildet; letzteres ist beim erwachsenen Menschen der Fall.

An der Peripherie des Läppchens gehen die Leberzellen direkt in die Epithelzellen der kleinen und kleinsten interlobulären Gallengänge über. Das Epithel der letzteren ist ein kubisches, die Zellen sind jedoch bedeutend kleiner als die Leberzellen. An der Stelle nun, an welcher Leberzellen in die der kleinsten Gallengänge übergehen, finden sich einige wenige Zellen von allmählich abnehmender Grösse, welche den Uebergang zwischen den Zellen der Gallenkapillaren (Leberzellen) und jenen des Gallengangsystem vermitteln.

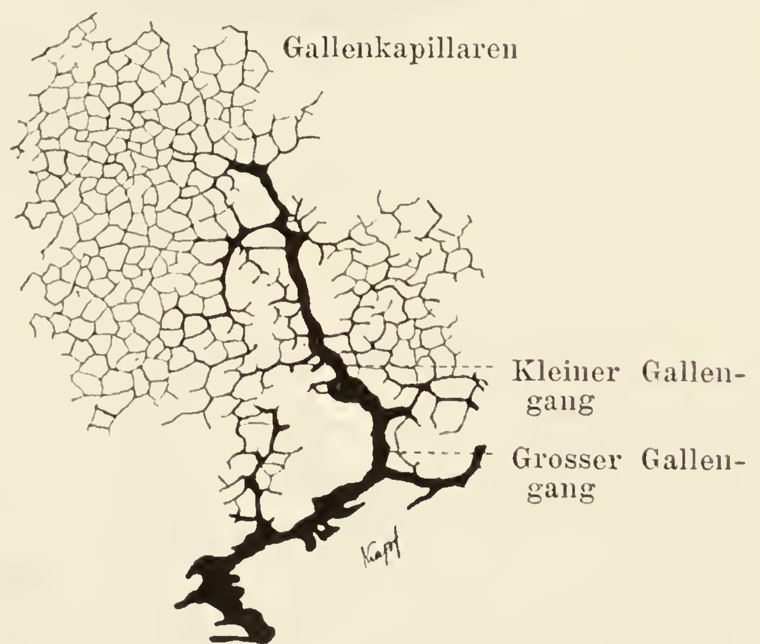


Fig. 147.
Aus der Leber des Menschen, die Anfänge der Gallengänge zeigend (Chromsilbermethode.) 90mal vergr.

Das Blutgefässsystem der Leber ist insofern eigenthümlich beschaffen, als hier ausser den arteriellen und venösen, auch anderen Organen zukommenden Gefässen, noch eine zuführende Vene, die Vena portae, vorhanden ist. Die letztere entsteht aus dem Zusammenfluss der V. mesenterica sup. und inf., der V. linealis, coronaria ventriculi und aus der V. cystica. Sie theilt sich dann in zwei Aeste, wobei der rechte den rechten Leberlappen, der linke die übrigen Lappen versorgt.

Diese Aeste theilen sich vielfach, bis schliesslich die kleinsten von ihnen an die einzelnen Läppchen gelangen. Noch innerhalb des interlobulären Gewebes erhalten die Pfortaderzweige venöses, aus dem System der A. hepatica stammendes Blut. Dies sind die inneren Wurzeln der Pfortader, welche also in der Leber selbst liegen. Auf dem ganzen Wege im interlobulären Bindegewebe wird die V. portae und deren Aeste von den Aesten der A. hepatica und den Gallengängen begleitet. Auf einem durch die Leber gemachten Schnitte liegen diese Gebilde im interlobulären Bindegewebe in der Weise gruppirt, dass die zur Vena hepatica gehörenden Gefässdurchschnitte in einer gewissen Entfernung von den nah aneinander liegenden Durchschnitten der V. portae und der Gallengänge sich befinden.

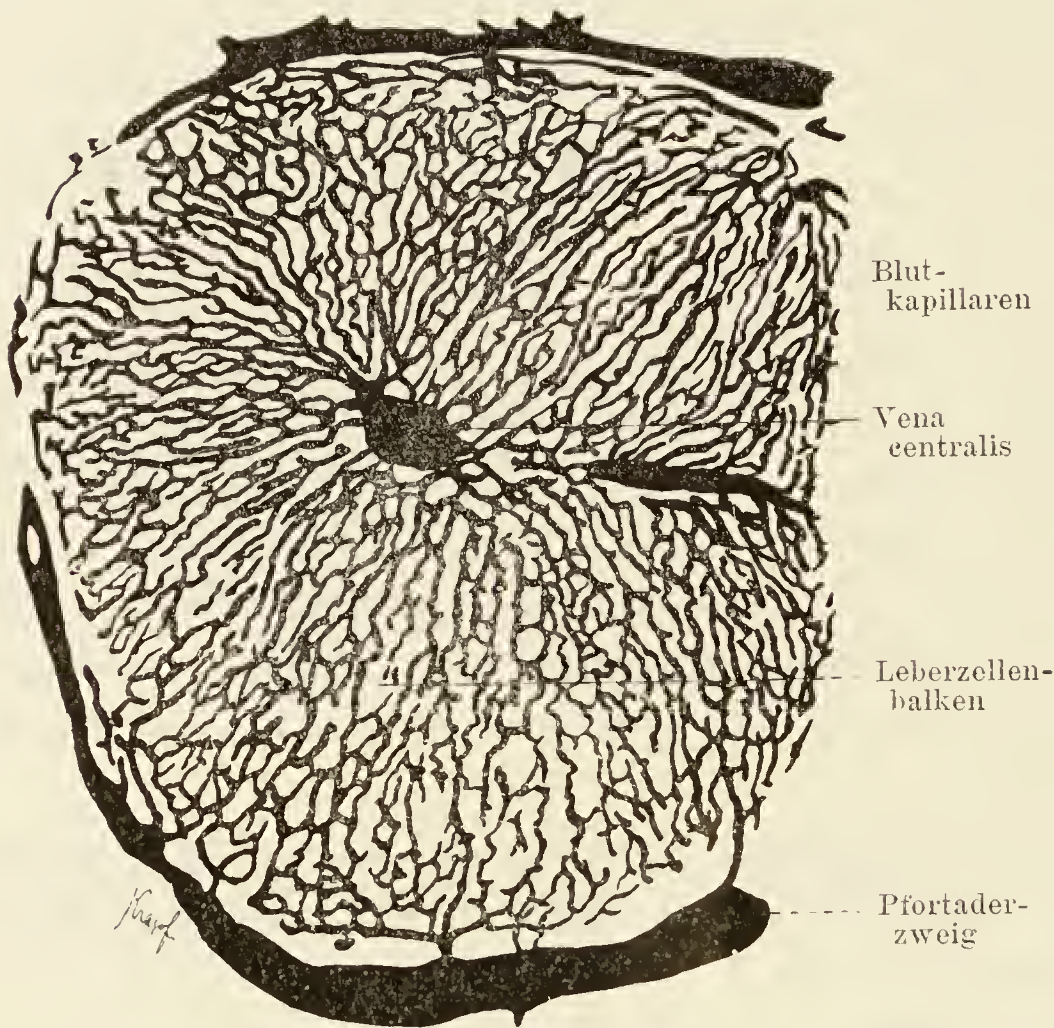


Fig. 148.
Blutgefässe eines Leberläppchen des Kaninchens, injicirt. 100mal vergr.

Die Pfortaderäste umgreifen die Leberläppchen von verschiedenen Seiten und heissen solange sie innerhalb des interlobulären Bindegewebes liegen, Venae interlobulares. Diese senden dann kurze Aestchen zum Läppchen ab, welche bei ihrem Eintritt in dasselbe kapillär werden und innerhalb des Läppchens ein engmaschiges, zwischen den Leberbalken gelegenes Netz bilden. Die Maschen dieses Netzes haben ungefähr die Grösse einer Leberzelle und jede von ihnen kommt auf diese Weise mit den Gefässkapillaren in vielfache Berührung. Alle diese Kapillaren verlaufen gegen die central gelegene Vene des Läppchens — die V. centralis s. intralobularis, welche auf ihrer Abflussstrecke innerhalb des Läppchens fortwährend Kapillaren aus dem System der Pfortader in sich aufnimmt.

Diese Verhältnisse des Gefässverlaufes im Läppchen erscheinen, schon für sich betrachtet, nicht einfach und werden noch komplizirter, wenn man sich das gegenseitige Verhältniss der Gefässe und der Gallenkapillaren zu vergegenwärtigen sucht. Will man sich ein Leberläppchen mit seinen Bälk-

chen, Gefässen und Gallenkapillaren versinnlichen, so berücksichtige man ausser dem bereits Mitgetheilten Folgendes: die Gallenkapillaren verlaufen an den Flächen, die Gefässe an den Kanten der Leberzellen; jede Zelle wird sowohl von einer Gallenkapillare als auch von Blutgefässkapillaren tangirt. Die Gallen- und Gefässkapillaren berühren sich aber nicht, sondern sind beim Menschen mindestens durch eine halbe Zellenbreite geschieden.

Bei Thieren, bei welchen die Gallenkapillaren von mehr als zwei Zellen begrenzt werden, verlaufen die Blutgefässe an der Aussenseite der Leberzellen, die Gefäss- und Gallenkapillaren sind hier durch eine ganze Zelle von einander geschieden.

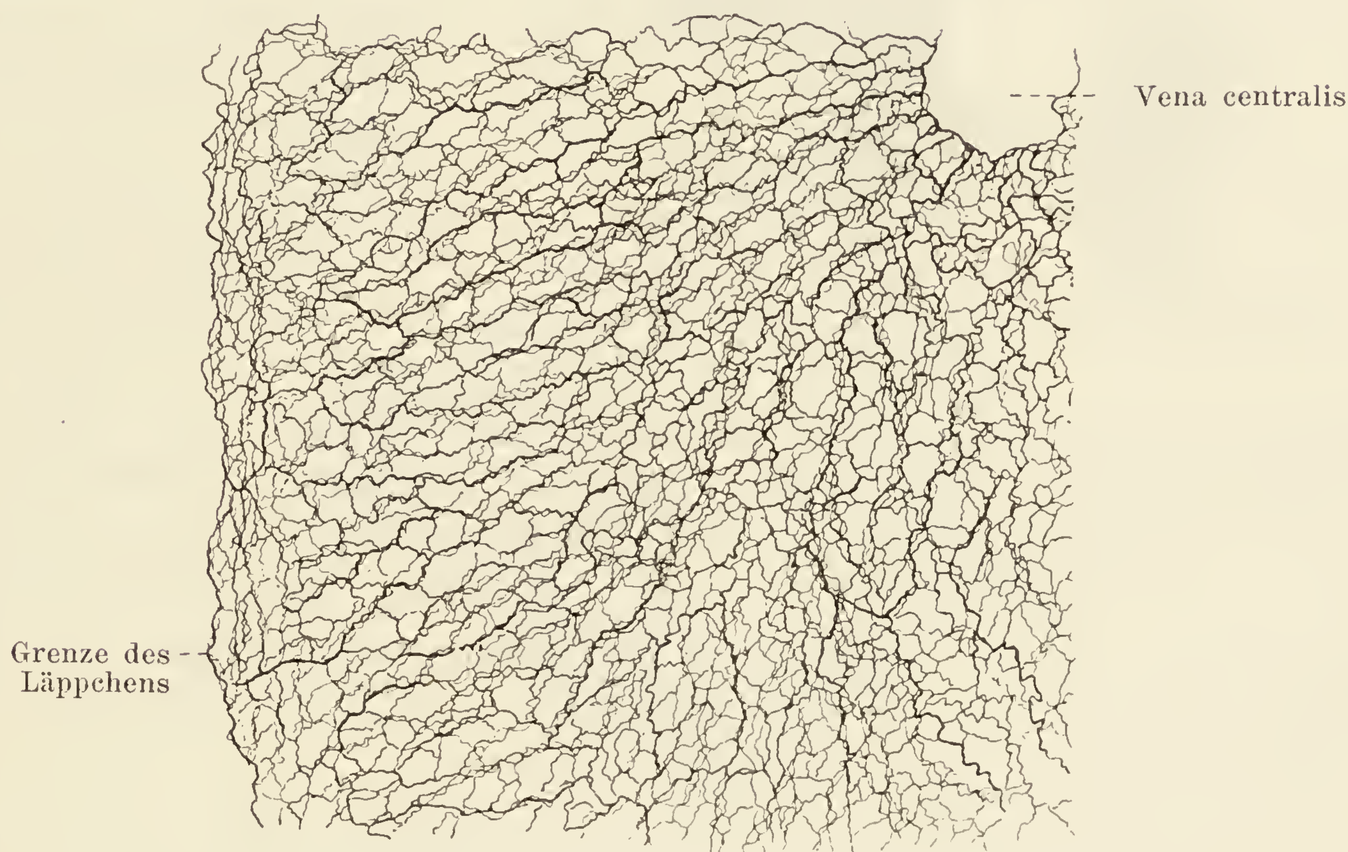


Fig. 149.
Gitterfasern der Leber des Hundes. (Goldchloridmethode.) 120mal vergr.

Ausser den Lymphgefässnetzen, welche die Pfortader und die Leberarterie begleiten, finden sich Lymphnetze um die Aestchen der V. hepatica (v. Wittich). Die Lymphgefässe dringen in die Leberläppchen ein und sind dort zwischen den Leberzellen und den Blutgefässkapillaren gelegen; es sind perivaskuläre, kapilläre Lymphräume.

Die Nerven der Leber begleiten die Arterie und breiten sich mit derselben aus. Sie enthalten vorwiegend marklose Nervenfasern, in deren Verlaufe spärliche Ganglienzellen liegen. Das Auffinden der intralobulär gelegenen Nervenfäserchen ist mit grossen technischen Schwierigkeiten verbunden und es ist nur in der neuesten Zeit, mit neuen Methoden, gelungen, Nerven bis in das Leberläppchen selbst zu verfolgen. Sie scheinen sich dort an die Gefässbahnen zu halten. Ihre Endigungsweise blieb jedoch unaufgeklärt (Berkley **93. 2**).

Das Bindegewebe, welches sich im Läppchen vorfindet, bietet einiges Interesse: bei einer in gewöhnlicher Weise behandelten Leber tritt dasselbe gar nicht zum Vorschein. Wird aber die Leber in bestimmter Weise konservirt (s. Technik), so sieht man im Läppchen überraschend viel Fasern, die in regelmässiger Anordnung von der Peripherie gegen die V. centralis ziehen. Es sind Fäserchen feinster Art und von annähernd gleichem Kaliber, welche sich in der Weise mit einander verbinden, dass sie netzförmige Hülsen um die Gefässkapillaren bilden (Gitterfasern, Kupffer, Oppel **91**) (s. Fig. 149). Einzelne stärkere Fasern (Radiärfasern, Kupffer **73**) scheinen sich nur in geringem Maasse an der erwähnten Hülsenbildung zu betheiligen; sie ziehen ebenfalls von der Peripherie zum Centrum des Läppchens und bilden weite, in radiärer Richtung lang gezogene Maschen.

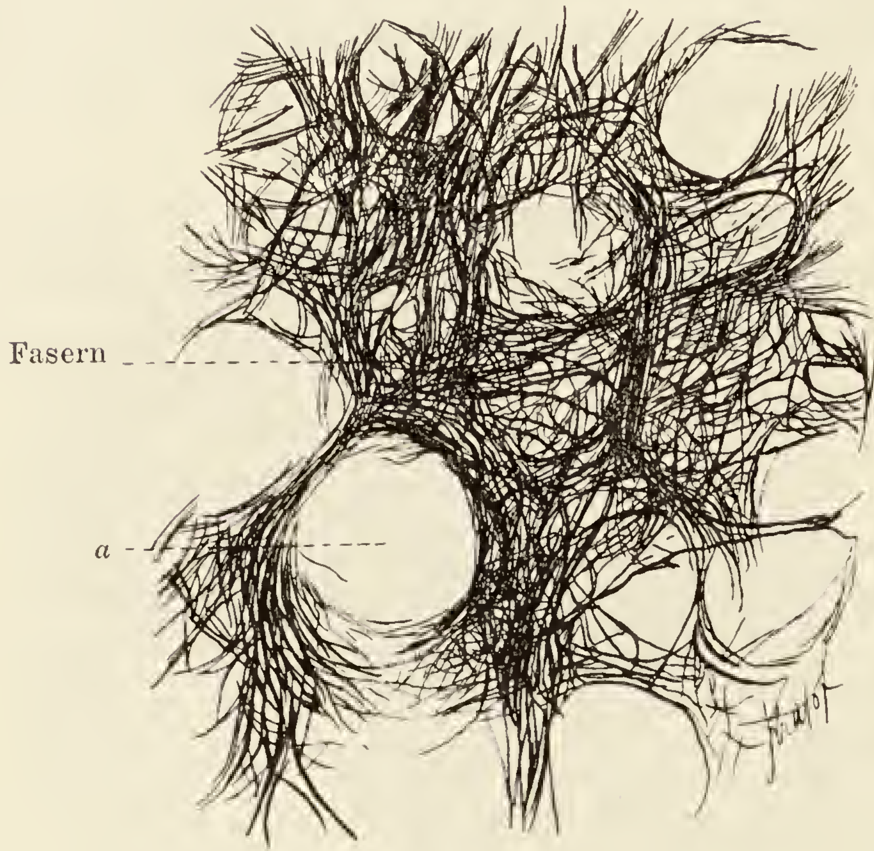


Fig. 150.
Bindegewebe aus der Leber eines Störs. (Goldchlorid, Nachbehandlung mit Nickel-Oxydul-Ammoniak).
Bei *a* ist eine Lücke, worin Leberzellen lagen, welche durch die Behandlung entfernt wurden.

Die Radiärfasern sind beim Menschen weniger ausgebildet, sind aber bei Thieren (Ratte, Hund) zahlreich und stärker. In welcher Ueppigkeit das Bindegewebe des Läppchens auftreten kann, beweist die beigefügte, nach einem Präparat von Kupffer entworfene Skizze einer Störleber.

Eigenthümliche Zellen sind die ausschliesslich im Läppchen selbst vorkommenden, nur bei einer ganz bestimmten Behandlung sichtbar werdenden, sogenannten Sternzellen Kupffer's (**76**). Sie sind gleichmässig vertheilt und verschieden gestaltet, langgezogen, in 2—3 und mehr Spitzen auslaufend. Auch sind sie kleiner als die Leberzellen, enthalten einen oder zwei Kerne. Sie zeigen innige Beziehungen zu den Gefässkapillaren, an welche sie sich oft anschmiegen. Manchmal setzt sich ein Fortsatz einer Sternzelle bis zur nächstgelegenen Leberzelle fort und legt sich an dieselbe an. Die Bedeutung dieser Zellen ist bis jetzt unbekannt.

Die abführenden Wege der Leber, die Gallengänge (Ductus biliferi), haben ein cylindrisches Epithel, dessen Höhe in direktem Verhältnisse zum Kaliber des Ganges steht. Die feinsten besitzen niedere, die mittleren kubische, die grösseren cylindrische Epithelien. Die feineren Gallengänge besitzen ausser einer Membrana propria keine besonderen Wandungen; die gröberen haben

hingegen eine bindegewebige Hülle, welche sich bei noch gröberen in zwei Lagen gliedert. Den dickeren Aesten kommen auch glatte Muskelfasern zu, welche jedoch keine kontinuirliche Lage bilden. Erst in der Gallenblase tritt die Muskulatur als eine kontinuirliche und zwar doppelschichtige Lage auf. — Das Epithel der Gallenblase ist ein sehr hohes cylindrisches, mit im unteren Drittel der Zellen gelegenen Kernen. Ein Cuticularsaum fehlt oder ist nur sehr schwach angedeutet. Die Schleimhaut der Gallenblase ist in einer eigenthümlichen Weise gefaltet, Gitterfalten (Plicae tunicae mucosae vesicae felleae N.); sie enthält nur sehr wenige Drüsen (Gl. mucosae biliosae N.), welche zahlreicher im Ductus hepaticus, cysticus und choledochus vertreten sind.

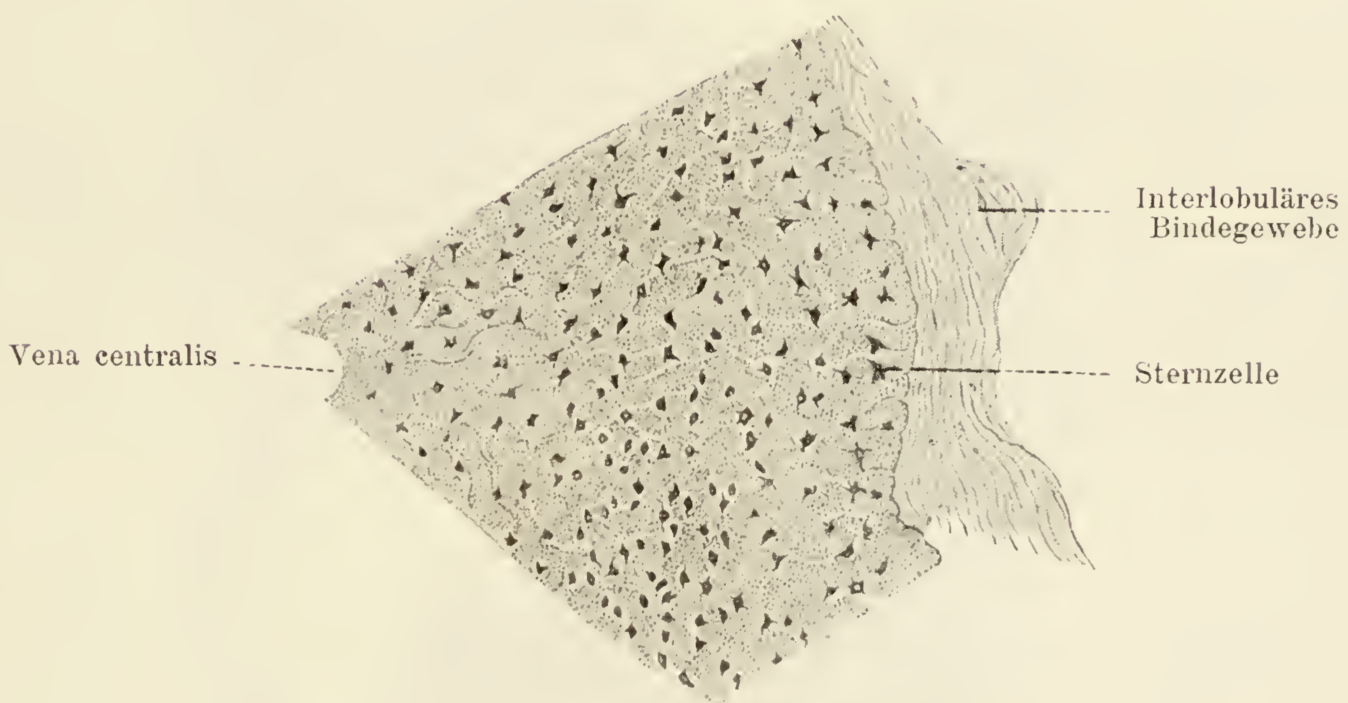


Fig. 151.

Theil eines Schnittes durch ein Leberläppchen des Hundes. 168mal vergr. (s. T. 251.)

Von der Entwickelung der Leber theilen wir Folgendes mit: sie legt sich beim menschlichen Embryo im Laufe des zweiten Monats als eine doppelte ventrale Ausstülpung des Darmes an. Später sprossen solide Balken aus, die sich miteinander vereinigen und hohl werden. Die ganze Drüse ist einheitlich, da eine Sonderung in Läppchen noch nicht vorhanden ist. Die Gallenkapillaren finden sich von mehr als zwei Zellenreihen umgeben. Hiermit erinnert der Zustand der embryonalen Leber an Verhältnisse, wie sie in diesem Organ zeitlebens bei gewissen Thieren bestehen. Erst später, wenn die Venae advehentes, die späteren Pfortaderzweige, in die Leber einwachsen, beginnt sie sich, etwa vom vierten Monat an, sekundär in Läppchen zu sondern, wobei der ursprüngliche Typus allmählich in den definitiven, für den Erwachsenen charakteristischen, übergeht.

E. Das Pankreas.

Ebenso wie die Leber, ist auch das Pankreas eine zum Darm gehörige und als eine Ausstülpung aus demselben entstehende Drüse. Sie ist durch ihren Ausführungsgang, Ductus pancreaticus (Wirsungi) bleibend mit dem Darm verbunden. Der secernirende Theil des Pankreas kann als eine verzweigte alveoläre Drüse mit endständigen Alveolen angesehen werden, letztere allein bilden die Hauptstücke der Drüse. — Die epitheliale Wandung der letzteren besteht aus einer Reihe von Sekretionszellen, welche je nach der Thätigkeit der Drüse verschieden aussehen. Der basale Theil der Zelle zeigt gleichmässiges Protoplasma, der dem Lumen zugekehrte ist granulirt. Das gegenseitige Verhältniss beider Zonen hängt von dem physiologischen Zustande der Drüse ab: im Hungerzustande ist die granulirte Innenzone mächtig ausgebildet, breit; nach einer

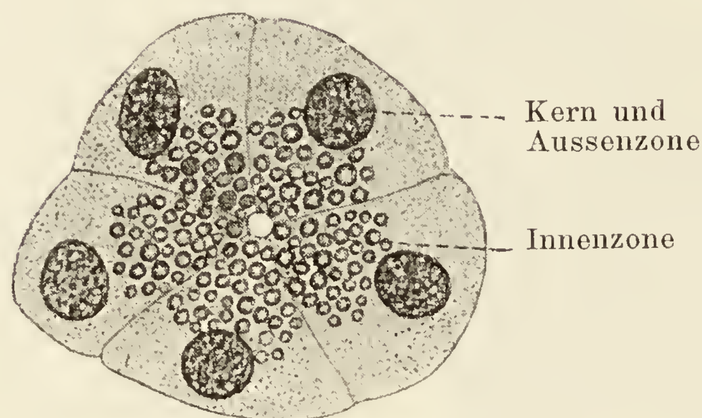


Fig. 152.
Querschnitt durch einen Alveolus des Pankreas des Frosches. Technik Nr. 125.



Fig. 153.
Aus einem Schnitt durch das Pankreas des Menschen. (Sublimat.) ca. 200mal vergr.

erfolgten mässigen Sekretion werden die Zellen im Ganzen etwas kleiner und die Granulationen nehmen ab; dementsprechend nimmt die protoplasmatische Aussenzone zu. Hat nun die Drüse längere Zeit secernirt, so konstatirt man ein völliges Fehlen der Körnchen, die ganze Zelle besteht lediglich aus gleichmässigem Protoplasma.

Demnach muss angenommen werden, dass während der Ruhe, auf Kosten des Protoplasmas eigenthümliche Körnchen (Zymogenkörnchen) gebildet werden, welche die Vorstufen des Sekretes der Drüse sind. Während der Thätigkeit der letzteren schwinden die Körnchen allmählich und zugleich erscheint im Lumen das flüssige Sekret; in diesem wurden die Zymogenkörnchen aber bisher nicht gesehen. Nach der Sekretion wächst die Zelle wieder, erreicht ihr ursprüngliches Volumen und fängt an, abermals Zymogenkörnchen zu bilden. Ob bei der Sekretion der Drüse Zellen überhaupt zu Grunde gehen oder nicht, muss dahingestellt bleiben.

An den Alveolus der Drüse schliesst sich ein, ähnlich wie in den Speicheldrüsen gebautes, Schaltstück an, welches allmählich in eine Art von

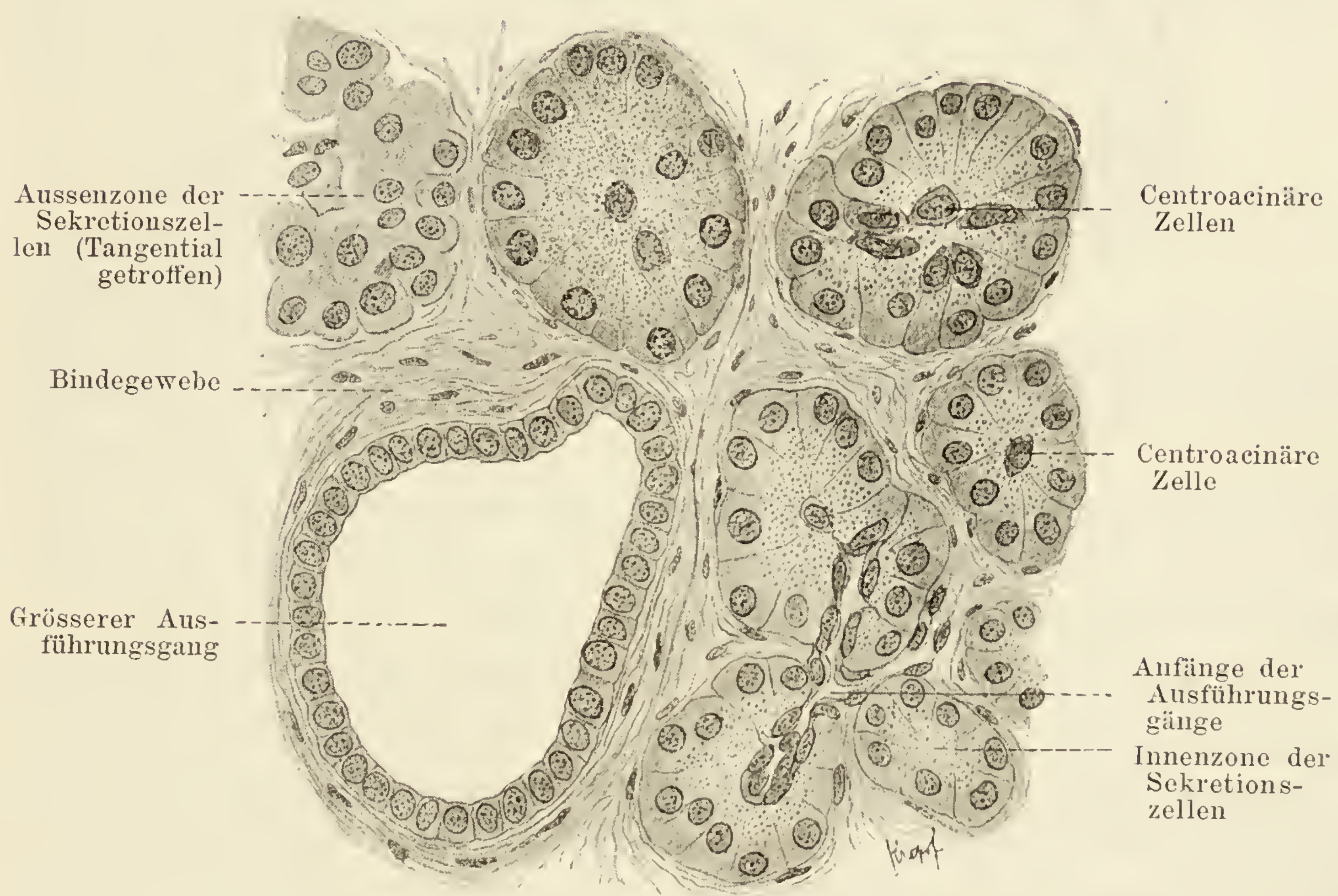


Fig. 154.
Aus einem Schnitt durch das Pankreas des Menschen. (Sublimat.) 450mal vergr.

Speichelröhre übergeht. Diese besitzt, wie in den Speicheldrüsen, ein cylindrisches Epithel, dessen Zellen aber beim Menschen basal nicht gestrichelt sind. Die Speichelröhren gehen in Ausführungsgänge über, welche schliesslich ihrerseits in den Ductus pancreaticus einmünden.

In den secernirenden Alveolen sieht man oft kleine protoplasmatische, polygonale, auch sternförmige Zellen, die sogenannten centroacinären Zellen von Langerhans. Die Auffassung dieser Gebilde ist zur Zeit noch nicht einheitlich. Langerhans selbst vermuthete, dass sie noch zur Wand des Gangsystems gehören.

Wir müssen dieser Deutung beistimmen. Wir finden nämlich, dass die hohen Zellen der Alveolen sich unvermittelt den niederen Zellen der Schalt-

stücke anschliessen. Wenn die Alveolen dicht nebeneinander liegen, so konfluiren die benachbarten Schaltstücke miteinander und reduziren sich in diesem Falle bis auf eine oder höchstens ein paar Zellen. In Folge dessen entstehen innerhalb des Alveolenkomplexes Bilder, welche, namentlich in collabirtem Zustande des Gangsystems, denen von Langerhans gesehenen völlig entsprechen. Zwischen den secernirenden Zellen finden sich hier und da eigenthümliche, eingeschaltete Zellen vor, deren Körper jedoch der Membrana propria anliegt. Sie gehören ohne Zweifel dem Stützapparate der Drüse an (Keilzellen, Podwyssotzki 82).

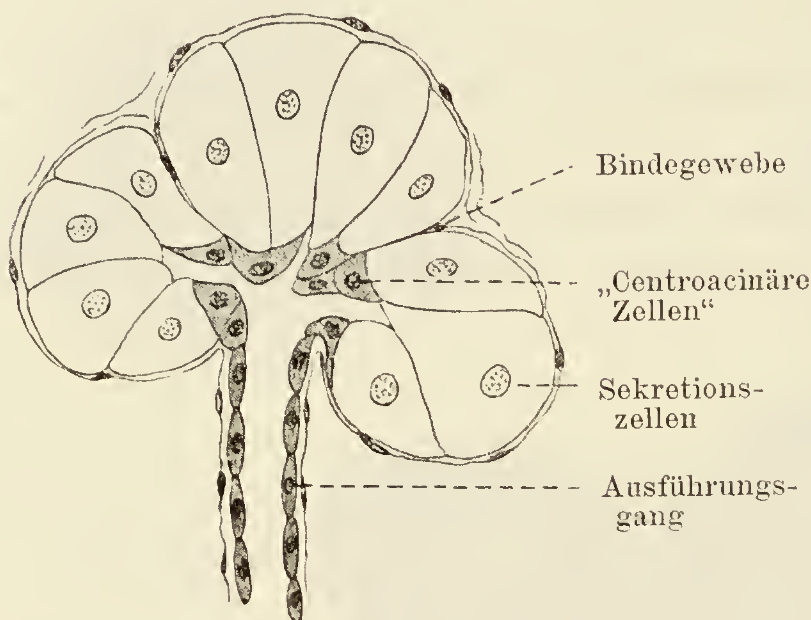


Fig. 155.
Schema des Verhaltens dreier benachbarter Alveolen des Pankreas zum Ausführungsgangsystem, die Herkunft der centroacinären Zellen illustrirend.

Die Membrana propria der Alveolen ist wahrscheinlich homogen und, unmittelbar an sie anschliessend, vermag man noch eine feine dichte, aus Fibrillen bestehende Membran darzustellen, welche ihrer Struktur nach in vielen Beziehungen an die in der Leber und Milz vorkommenden Gitterfasern erinnert, welche aber hier zu den Alveolen in Beziehung gebracht werden (Podwyssotzki 82).

Zwischen den Drüsenschläuchen des Pankreas finden sich bei Warm- und Kaltblütern eigenthümliche Zellkomplexe, die man als intertubuläre Zellhaufen (Langerhans) bezeichnet. Sie bestehen aus gekörnten Zellen, welche kleiner als die Drüsenzellen sind. Zwischen den letzteren befindet sich ein Zwischengewebe mit spindelförmigen Kernen und sehr weiten Blutkapillaren. Die Bedeutung der interlobulären Zellhaufen ist z. Z. unbekannt. Wahrscheinlich sind es secernirt habende, erschöpfte Drüsenzellen.

Die Ausführungsgänge haben ein cylindrisches einfaches Epithel; Becherzellen kommen nur im Ductus pancreaticus vereinzelt vor.

Der Drüsenkörper besteht aus vielen makroskopischen Läppchen, welche sämmtlich mit Bindegewebe umgeben sind. Letzteres dringt in die Läppchen hinein und findet sich auch zwischen den Alveolen. Es wird von Gefässen und Nerven begleitet.

Die Gefässe dringen mit dem Ductus pancreaticus in die Drüse ein, begeben sich unter Verästelungen in die Läppchen und lösen sich dort in Kapillaren auf, welche die secernirenden Alveolen umspinnen. Die Maschen des Kapillarnetzes sind nicht überall gleich gross. An manchen Stellen sind sie sogar so weit, dass grössere Strecken der Alveolen gefässarm bleiben.

Was die Nerven betrifft, so finden wir im Pankreas sowohl markhaltige wie marklose Nervenfasern. Auch zahlreiche sympathische Ganglien und zerstreute Ganglienzellen trifft man hier an. Nervenfäserchen sind bis zu den Alveolen (Golgi'sche Methode) verfolgt worden. Bei einzelnen Raubthieren, so z. B. bei der Katze, sind im Bindegewebe der Bauchspeicheldrüsen viele Pacini'sche Körperchen (siehe diese) vorhanden.

Das Pankreas entwickelt sich in einer ganz eigenthümlichen Weise Der grösste Theil mit dem Ductus Santorini entsteht aus der dorsalen Darmwand, ein kleinerer Theil aus dem Ductus choledochus. Der letztere Abschnitt mit seinem Ductus pancreaticus accessorius verschmilzt mit dem dorsal entstandenen Pankreas, wobei der Ductus Santorini sich rückbildet, so dass in der Regel das ganze Sekret des Pankreas in den Ductus pancreaticus (Wirsungi), resp. Choledochus abfliesst.

Untersuchungsmethoden für Verdauungsorgane.

218. Zur allgemeinen Orientirung über den Bau der Mundschleimhaut empfiehlt es sich, dieselbe mit Sublimat oder Alkohol zu fixiren, in Stücken durchzufärben und an Querschnitten zu studiren. Fasst man dagegen Spezielles in's Auge, so z. B. die Drüsen, die Verbreitung der Mitosen, der Nerven etc., so wird man selbstverständlich die dazu geeigneten speziellen Methoden gebrauchen.

219. Um Uebersichtsbilder des Baues der Zähne zu erhalten, bediene man sich macerirter Zähne, welche man in derselben Weise wie die Knochen schleift (T. 152).

220. Will man an einem unentkalkten Zahne die Verhältnisse der Hart- und Weichtheile zu einander studiren, so wende man die Koch'sche Versteinerungsmethode an (s. T. 158).

221. Die Struktur der Zähne kann auch an Schnitten untersucht werden. Beim Entkalken wendet man dieselben Methoden wie beim Knochen an. S. T. 157. Salzsäure, verdünnte Chromsäure und Pikrinsäure lösen jedoch die Schmelzprismen auf, wobei die Kittsubstanz der letzteren zuerst in Lösung tritt (von Ebner **91**).

222. Schmelz junger Zähne färbt sich in Chromsäure und deren Salzen braun, in Osmiumsäure schwarz. Schon in den Schmelzzellen (Adamantoblasten) sieht man Tropfen, welche die Färbung der Osmiumsäure annehmen. Aetzt man Längsschliffe durch den Schmelz mit Salzsäure, so tritt die Kreuzung der Schmelzprismen deutlich hervor.

223. Um die Fibrillen des Dentins zu sehen, entkalke man einen Zahn in der von v. Ebner empfohlenen Flüssigkeit (T. 156c), Zähne jugendlicher Individuen sind hierzu besonders geeignet. Auch cariöse Zähne liefern mitunter sehr deutliche Bilder. Aetzen der Schliffe mit Salzsäure führt ebenfalls zum Ziele.

224. Das Zement, und namentlich das zellenarme, enthält eine grosse Zahl von Sharpey'schen Fasern.

225. Die Entwickelung der Zähne studire man an Embryonen, deren Kiefer man fixirt, entkalkt und in Serienschnitte zerlegt. Am Bequemsten verschafft man sich Schafembryonen, welche in Schlachthäusern fast immer zu haben sind.

226. Um die Geschmacksknospen der Zunge und namentlich die gegenseitigen Beziehungen der sie zusammensetzenden Zellen darzustellen, ist eine Fixirung in Flemming'scher Lösung zu empfehlen. Die sehr sorgfältig zur Schnittrichtung orientirten Schmeckbecher werden in Serien genauer Quer- oder Längsschnitte (nicht über 5 μ) zerlegt und mit Safranin-Gentianaviolett gefärbt (s. T. 120).

227. Die Nerven der Geschmacksknospen werden entweder nach der Golgi'schen Methode bearbeitet oder mit Hilfe des Goldchlorids dargestellt. In letzterem Falle wird z. B. eine Papilla foliata eines Kaninchens mit einem scharfen Rasirmesser flach abgetragen und in Citronensaft auf 10 Minuten eingelegt, dann für $^3/_4$—1 Stunde in Goldchlorid übertragen, nach welcher Zeit das Ganze in schwach mit Essigsäure angesäuertem Wasser (5 Tropfen auf 100 ccm Wasser) dem Lichte exponirt. Nach geschehener Reduktion behandelt man mit Alkohol und schneidet senkrecht zu den Leisten des Organs. Die Schnitte kann man kurze Zeit mit Ameisensäure behandeln, worin sie etwas aufquellen, spült sie dann mit Wasser ab und schliesst in Glycerin ein.

228. Die Untersuchung der Drüsen kann bei bestimmten Objekten in indifferenten Flüssigkeiten (z. B. 0,6 % Kochsalzlösung) vorgenommen werden, so an den Drüsen der Nickhaut des Frosches, an einzelnen Läppchen des Pankreas des Kaninchens, welche letzteren z. Th. sehr dünn und daher der mikroskopischen Beobachtung unmittelbar zugänglich sind. Bei Warmblütern ist die Anwendung des Wärmetisches selbstverständlich angezeigt.

229. Die Drüsen bieten in verschiedenen Sekretionsphasen verschiedene Bilder, welche man sich entweder durch Fütterung und Abtödtung des Thieres im geeigneten Momente verschafft, oder durch Reizung bestimmter Nerven hervorruft, oder endlich durch die Anwendung der in dieser Beziehung werthvollen Gifte, wie Atropin und Pilokarpin erzeugt. Beim Kaninchen z. B. wendet man in der Regel 1 ccm einer 5 % Lösung von Pilocarp. hydrochlor., oder 1 ccm einer 0,5 % Lösung von Atropin. sulfur. per Kilo Thier an. Bei einer Atropinintoxikation wird die Sekretion unterdrückt, bei Pilokarpinvergiftung gesteigert. Man bekommt auf diese Weise entweder sekretgefüllte oder sekretleere Drüsenzellen.

230. Für Schnitte nehme man sorgfältig gewähltes Material und fixire entweder mit Flemming'scher Lösung oder mit Sublimat. Aber schon eine Fixirung mit starkem Alkohol liefert instruktive Bilder.

231. Was die Färbung der Präparate anlangt, so erwähnen wir hier, dass die Gianuzzi'schen Halbmonde an mit Flemming'scher Lösung fixirten Stücken sich etwas dunkler als das Uebrige färben; an mit Alkohol oder Sublimat behandelten Objekten färbt Hämatoxylin die Monde am intensivsten. Auch die Schaltstücke (Speicheldrüsen) nehmen in Hämatoxylin und Karmin eine stärkere Färbung an. Die Speichelröhren lassen sich mit gewissen Farbestoffen besonders scharf hervorheben, so z. B. mit Kongoroth als zweite Farbe nach Hämatoxylin, auch andere saure Aniline finden hier Anwendung (vergl. weiter unten beim Magen). An der Mehrzahl der Speicheldrüsen (nicht an der Parotis des Kaninchens und der Sublingualis vom Hund), lassen sich durch Schütteln (um den Luftzutritt zu ermöglichen) kleiner, frisch gewonnener Stücke derselben mit verdünnter, wässeriger Pyrogallussäure die Speichelröhren dunkelbraun färben (Kalkreaktion). Die Farbe hält sich in Alkohol eine Zeit lang; es können also auch Schnitte, am Zweckmässigsten aus freier Hand, gemacht werden (Merkel 83).

232. Das Mucin (Schleim) löst sich in verdünnten Alkalien, z. B. in Kalkwasser, und kann aus diesen Lösungen mit Essigsäure gefällt werden. Der Niederschlag löst sich im Ueberschuss der Essigsäure nicht. Durch Alkohol wird Mucin gefällt, nicht aber beim Kochen. Mucinogen färbt sich nicht mit Hämatoxylin, wohl aber das Mucin selbst. Man kann durch diese Methode eine thätige und eine ruhende Drüse unterscheiden (R. Heidenhain **83**). Nach Vorbehandlung mit Alkohol färbt sich der Schleim in Safranin orangegelb. Für den Nachweis von Mucin ist von H. Hoyer (**90**) (hauptsächlich auf Alkoholpräparate angewandt) das Thionin, oder dessen Ersatz, das Toluidinblau, empfohlen worden. Ueberhaupt scheinen die basischen Anilinfarben eine besondere Affinität zum Schleim zu haben.

233. P. Mayer **96** empfiehlt für Schleimfärbung folgende 2 Flüssigkeiten: 1. Mucikarmin. 1 g Karmin, 0,5 g Chloraluminium und 2 ccm dest. Wasser werden über einer kleinen Flamme unter Umrühren etwa 2 Minuten erhitzt, bis das Gemenge ganz dunkel geworden ist. Ist die Mischung zähflüssig geworden, so fügt man etwa 50 % Alkohol hinzu und spült mit mehr Alkohol das Ganze in eine Flasche. Schliesslich fügt man noch 50 % Alkohol hinzu, bis das Gemisch auf 100 ccm gebracht ist. Beim Gebrauch wird diese Stammlösung mit einem zehnfachen Volumen kalkreichen Brunnenwassers verdünnt. 2. Muchämatein. a) wässerige Lösung. Man zerreibt 0,2 g Hämatein mit ein paar Tropfen Glycerin und fügt 0,1 g Chloraluminium, 40 ccm Glycerin und 60 ccm dest. Wasser. b) Spirituöse Lösung. 0,2 g Hämatein, 0,1 g Chloraluminium, 100 ccm 70 % Alkohol und 1—2 Tropfen Salpetersäure. Beide Lösungen von Muchämatein werden zur Färbung des Schleimes an Schnitten und dünnen Membranen benutzt.

Durch Anwendung dieser Methoden lassen sich z. B. in gemischten Drüsen die Schleim secernirenden Schläuche leicht und präzis nachweisen.

Das Gangsystem (Sekretions- und Ausführgänge der Drüsen) lassen sich unter Umständen nach der Golgi'schen Methode darstellen (siehe diese).

234. Will man Uebersichtsbilder vom Oesophagus gewinnen, so wähle man entweder kleinere Thiere, deren Speiseröhre in Paraffin eingebettet werden kann, oder grössere, deren Oesophagus dann in Celloidin geschnitten werden muss. Soll auch im letzteren Falle die Paraffinmethode in Anwendung kommen, so bearbeite man nur Theile des Organs (z. B. Stücke der Schleimhaut allein etc.).

235. Die Schleimhaut des Magens fixire man möglichst frisch, noch lebenswarm, am Besten in Sublimat. Aber auch Osmiumgemische leisten Gutes; nur die Färbbarkeit ist bei Sublimatfixirungen eine ausgiebigere. Um den Magen, auch Darm, im gedehnten Zustande zu erhalten, ist es nöthig, dieselben mit der Fixirungsflüssigkeit prall zu füllen und den ganzen Magen oder Darm nach geeigneter Unterbindung in die betreffende Flüssigkeit zu legen.

236. An mit Sublimat oder Alkohol fixirter Magenschleimhaut lassen sich die Belegzellen von den Hauptzellen durch Färbungen hervorheben. Am Bequemsten und Sichersten ist folgende Methode: die mit Wasser auf dem Objektträger aufgeklebten Schnitte werden mit Hämatoxylin gefärbt und dann in eine verdünnte Lösung von Kongoroth in Wasser gebracht, bis die Schnitte eine rothe Färbung zeigen (Minuten); dann wird mit verdünntem Alkohol ausgewaschen, bis die Belegzellen roth, die Hauptzellen bläulich erscheinen. Auswaschen in Alkohol u. s. w. (Stintzing). Ueberhaupt haben fast alle sauren Aniline eine Affinität zu den Belegzellen und können deshalb die rothen mit Hämatoxylin und die blauen mit Karmin kombinirt werden.

Es erscheinen dann die Hauptzellen in der Farbe des Karmins oder Hämatoxylins, die Belegzellen in der Farbe der Aniline gefärbt.

237. Eine lebenstreue Fixirung des zottentragenden Dünndarmes ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden, weil das axiale Zottengewebe sich in der Fixirungsflüssigkeit von der sich zuerst fixirenden Epithellage zurückzuziehen pflegt, wodurch an der Spitze der Zotte Räume entstehen, welche sicher Artefacte sind. Am besten noch ist es, die lebenswarm aufgeschnittenen Stücke in Osmiumgemischen zu fixiren. Injizirt man Darmstücke mit Alkohol oder Sublimat und dehnt dabei die Darmwand beträchtlich aus, so verkürzen sich sowohl die Drüsen als auch die Zotten. Hinsichtlich der Becherzellen ist das zu vergleichen, was oben über Schleim gesagt worden ist. Man kann indessen die Zotten auch frisch in indifferenten Flüssigkeiten (vergl. T. 13) untersuchen, wozu sich die der Mäuse und Ziegen besonders eignen.

238. Zum Studium der Fettresorption benutzt man gegenwärtig in Osmium fixirte Präparate und namentlich solche, die mit der Altmannschen (s. p. 124) Methode hergestellt sind.

239. Die Untersuchung der solitären Lymphknoten und der Peyerschen Plaques geschieht wie die der Lymphdrüsen. Besonders günstig hierzu ist das Caecum des Kaninchens und des Meerschweinchens.

240. Die Nerven der Darmschleimhaut lassen sich mit der Golgi'schen Methode darstellen (siehe diese). Die gröberen des Auerbach'schen und des Meissner'schen Plexus auch mit der Goldmethode (Löwit'sches Verfahren T. 182). Aber auch ein Färben mit Hämatoxylin der mit Alkohol in gedehntem Zustande fixirten Darmstücke führt zum Ziele. An der isolirten und flach ausgebreiteten Muskel- oder Schleimhautschicht erscheinen die erwähnten Plexus etwas dunkler als das Uebrige.

241. Die Läppchenanordnung der Leber sieht man besonders deutlich bei der Schweineleber. Die Leber des Menschen und der meisten Haussäugethiere zeigt die Läppchen nicht scharf abgegrenzt, zu 2 oder 3 miteinander verbunden (konfluirt). Die Leber von Föten, Neugeborenen und Kindern zeigt entweder gar keine oder eine nur wenig deutliche Gliederung in Läppchen, dagegen erscheinen die perivaskulären Räume der Blutgefässe deutlicher, als bei den Erwachsenen.

242. Für die Untersuchung der Leberzellen dienen am zweckmässigsten kleinere Stücke, welche man mit 1 % Osmiumsäure oder mit Osmiumgemischen behandelt; in letzterem Falle ist die Nachbehandlung mit Holzessig empfehlenswerth (T. 18). Auch eine Fixirung in Sublimat und eine Färbung mit Hämatoxylin (nach M. Heidenhain T. 65) liefert gutes.

243. Um das Glykogen der Leberzellen zu sehen, verfährt Ranvier (89) folgendermassen: Stücke einer Leber eines vorher 2 Tage lang mit gekochten Kartoffeln gefütterten Hundes werden mit dem Gefriermikrotom geschnitten und in Jodserum (T. 13) untersucht. Es erscheint nach kurzer Zeit das Glykogen in weinrother Farbe. Räuchert man solche Glykogenreaktion zeigende Schnitte mit Osmiumdämpfen, so lässt sich diese Färbung für 24 bis 48 Stunden fixiren. Das Glykogen ist unlöslich in Alkohol und Aether, färbt sich mit Jodlösungen portweinroth; die Farbe schwindet beim Erwärmen, kommt aber beim Erkalten wieder.

244. Um die Anordnung der Gefässe der Leber zu sehen, injizirt man sie gewöhnlich von der Pfortader aus. Die Injektion von der Arterie aus liefert in der Regel weniger vollständige Bilder.

245. Zur Darstellung von Gallenkapillaren bedient man sich ebenfalls des Injektionsverfahrens. Chrzonszczewsky empfiehlt folgende Methode der sogenannten physiologischen Selbstinjektion: in die Vena jugularis ext. wird eine gesättigte, wässerige Lösung von Indigokarmin im Laufe von $1^1/_2$ Stunden dreimal injizirt (Hund auf einmal je 50 ccm, Katze 30 ccm, erwachsenes Kaninchen 20 ccm). Nach dieser Zeit tödtet man das Thier und fixirt kleinere Leberstücke in absolutem Alkohol, in Chlorkalium oder indem man die Blutgefässe mit einer gesättigten Chlorkaliumlösung ausspritzt. Auch kann man die Blutgefässe nachträglich mit Karminleim injiziren und die Leber im Ganzen in Alkohol härten. Man bekommt auf diese Weise die Gallenkapillaren mit Indigokarmin, welcher aus den Blut- und Lymphgefässen durch die Leberzellen in die Gallenkapillaren ausgeschieden worden ist, die Blutgefässe mit Karminleim gefüllt. Beim Frosch lässt sich eine physiologische Injektion der Gallenwege noch einfacher ausführen: man injizirt in den Lymphsack des Thieres 2 ccm der oben genannten Indigokarminlösung und tödtet es nach ein paar Stunden. Die Leber wird in obiger Weise fixirt und weiter behandelt.

246. Man kann die Gallenwege auch auf direktem Wege, vom Ductus hepaticus oder choledochus aus injiziren. Man bedient sich dann am besten einer konzentrirten Lösung von Berlinerblau in Wasser (in Wasser lösliches Berlinerblau). Jedoch sind die Resultate solcher Injektionen oft keine befriedigende und auch in günstigeren Fällen werden in der Regel nur einzelne periphere Distrikte der Leber verhältnissmässig gut injizirt.

247. Man kann die Gallenkapillaren mit einem Silbersalz imprägniren und zwar mit den von Ramon y Cajal für andere Zwecke angegebenen Flüssigkeiten: frische Leberstücke werden etwa 2—3 Tage mit einer Kaliumbrichromat Osmiumsäurelösung (4 Vol. einer 3% Kaliumbichromatlösung und 1 Vol. einer 1% Ueberosmiumsäure) behandelt, dann in eine $^3/_4$% wässerige Silbernitratlösung gebracht. Nach einem flüchtigen Abspülen in dest. Wasser wird aus freier Hand geschnitten, die Schnitte abermals sehr kurze Zeit in Wasser abgespült, auf kurze Zeit in absol. Alkohol übertragen, mit Toluol geklärt und in Kanadabalsam (ohne Deckglas) aufgehoben. Man kann zwar auch, sowohl in Celloidin, als auch in Paraffin einschliessen, nur muss die Einschliessung sehr rasch vor sich gehen, geschieht aber immer auf Kosten der Güte des Präparates. Die Gallenkapillaren erscheinen bei durchfallendem Lichte schwarz.

248. Eine weitere Methode, welche ausgedehntere Territorien der Gallenkapillaren zeigt, ist die folgende: ein Stück Leber eines frisch getödteten Thieres wird mit einer von 2 auf 5% rasch ansteigender Lösung von Kalium bichromicum fixirt. Nach 3 Wochen bringe man das Stück in eine $^3/_4$% Lösung von Silbernitrat. Nach wenigen Tagen (nach 8 Tagen sehr ausgebreitet) erscheinen die Gallenkapillaren auf Schnitten bei durchfallendem Lichte schwarz (Oppel **90**).

249. Mitunter färben sich die Gallenkapillaren an Objekten, welche nach der R. Heidenhain'schen Färbungsmethode (T. 85) behandelt worden sind. Hierbei färben sich aber nur kleinere Partien und auch diese sehr inkonstant. Auch nach Anwendung anderer Färbungen, z. B. der Methode von M. Heidenhain (T. 65), nach der Behandlung mit Goldchlorid färben sich mitunter kleine Bezirke von ihnen.

250. Bei allen diesen, zur Darstellung der Gallenkapillaren dienenden Methoden, sei es, dass dieselben die Kapillaren durch physiologische Selbst-

injektion oder durch direkte Injektionen oder endlich durch Imprägnationen sichtbar machen, treten auch die Sekretvakuolen der Leberzellen zu Tage.

251. Um das Bindegewebe der Leber darzustellen, wobei namentlich die Gitterfasern deutlich zum Vorschein kommen, kann man Leberschnitte zunächst nach Kupffer (**76**) folgendermassen behandeln. Frische Leber wird mit dem Doppelmesser geschnitten und die dünnsten Schnitte kommen auf kurze Zeit entweder in 0,6 % Kochsalzlösung oder in eine 0,05 % Chromsäurelösung. Aus dieser Lösung werden sie in eine sehr verdünnte Goldchloridlösung (nach Gerlach) (1 g Goldchlorid, 1 ccm Salzsäure, 10,000 Wasser) gebracht und ein bis mehrere Tage im Dunkeln gehalten, bis sie eine röthliche oder violette Farbe angenommen haben. Wenn die Färbung gelungen ist (was durchaus nicht immer der Fall ist), so sieht man an ihnen die Gitterfasern und mitunter auch die Sternzellen. Statt der Doppelmesserschnitte kann man Schnitte auch mit dem Gefriermikrotom anfertigen, um sie nach der erwähnten Methode weiter zu behandeln (Rothe).

252. Sicherer kommen die Gitterfasern zum Vorschein, wenn man die folgende von Oppel (**91**) angegebene Methode anwendet: in Alkohol fixirte frische Leberstücke werden auf 24 Stunden in eine $^1/_2$ % wässerige Lösung von Kalium chromicum flavum gebracht (grössere Stücke in stärkere Lösungen, bis 5 %). Man spüle sie dann mit einer sehr dünnen Höllensteinlösung (einige Tropfen einer $^3/_4$ % Lösung auf 30 ccm dest. Wasser) ab und lege sie in eine $^3/_4$ % Lösung von Silbernitrat. Nach 24 Stunden haben sich intralobuläre, die Blutkapillaren umspinnende Fasernetze der Leber gefärbt. Die günstigsten Stellen liegen an der Peripherie des Stückes und erstrecken sich etwa bis zu 1 mm in die Tiefe. Man schneide entweder aus freier Hand, oder schliesse in Celloidin oder Paraffin möglichst rasch ein. Bei kleinen, frischen Leberstücken kommt man auch zum Ziele, wenn man sie 2—3 Tage mit einer $^1/_2$ % Chromsäurelösung und 1—2 Tage mit einer $^1/_2$ % Silbernitratlösung behandelt. Weitere Behandlung wie bei der vorigen Methode.

252. Auch die Methode von Mall (siehe T. 212) kann zur Darstellung des Bindegewebes der Leber angewendet werden.

253. Zur Darstellung der Nerven der Leber empfiehlt Berkley (**92. 2**) Folgendes: $^1/_2$—1 mm breite Streifen der Lebersubstanz werden in eine zur Hälfte gesättigte Lösung von Pikrinsäure in Wasser auf 15 bis 30 Minuten gelegt und dann in 100 ccm einer in der Sonne gesättigten Lösung von Kalium bichromicum, zu welcher 16 ccm einer 2 % Osmiumsäure zugefügt worden sind. Hierin bleiben die Schnitte im Dunkeln und auf 25° C. erwärmt 48 St. liegen. Die Objekte werden nun mit einer $^1/_4$—$^3/_4$ % wässerigen Silbernitratlösung 5—6 Tage behandelt, gewaschen (rasche Celloidineinbettung nicht ausgeschlossen), geschnitten, in Bergamottöl aufgehellt und in Xylol-Kanadabalsam übergeführt.

255. Ueber die Pankreaszellen ist hier zu erwähnen, dass sie an sehr dünnen Pankreasläppchen des Kaninchens ohne Weiteres untersucht werden können (Kühne und Lea).

256. Um die Innen- und Aussenzone der Zellen zu sehen, giebt es verschiedene Methoden. An Schnitten, welche in Alkohol fixirten Objekten entnommen sind, färben Karmine die Aussenzone der Zellen intensiver als die innere (R. Heidenhain **83**). Für die Färbung der Innenzone empfiehlt es sich Pankreasstücke in Flemming'scher Flüssigkeit zu fixiren, mit Safranin zu färben und in alkoholischer Pikrinsäure auszuwaschen. Die Körner der Innenzone (Zymogenkörner) erscheinen roth. Auch mit der Biondi-Ehr-

lich'schen Mischung (T. 78) färben sich die Körnchen der Innenzone roth. Am einfachsten und prägnantesten stellt man die Zymogenkörnchen mit den Altmann'schen Methoden dar (s. T. 125). Die Sekretions- und Ausführungsgänge lassen sich beim Pankreas wie auch bei Speicheldrüsen und Leber durch Chromsilbermethode darstellen (vergl. T. 247).

III. Respirationsorgane.

A. Der Kehlkopf.

Das Schleimhautepithel des Kehlkopfes ist flimmernd, mehrzeilig, kann Becherzellen enthalten und ruht auf einer dicken Basalmembran. Jedoch ist das Epithel des freien Epiglottisrandes, der wahren Stimmbänder und ein Theil des die Giesbeckenknorpel überziehenden Epithels, bis zu dem Interstitium zwischen den beiden letzteren, ein geschichtetes, mit Bindegewebspapillen versehenesPflasterepithel.

Die Lamina propria enthält viele elastische Fasern und ist im Allgemeinen fest mit der Unterlage verbunden, lockerer aber an denjenigen Stellen, an welchen Pflasterepithel vorhanden ist. Es enthält Drüsen, welche alveolär und zusammengesetzt und, zu grösseren Gruppen vereinigt, an folgenden Stellen zu finden sind: am freien hinteren Theil des Kehldeckels, in der Region der Anheftungsstelle des letzteren, am soge-

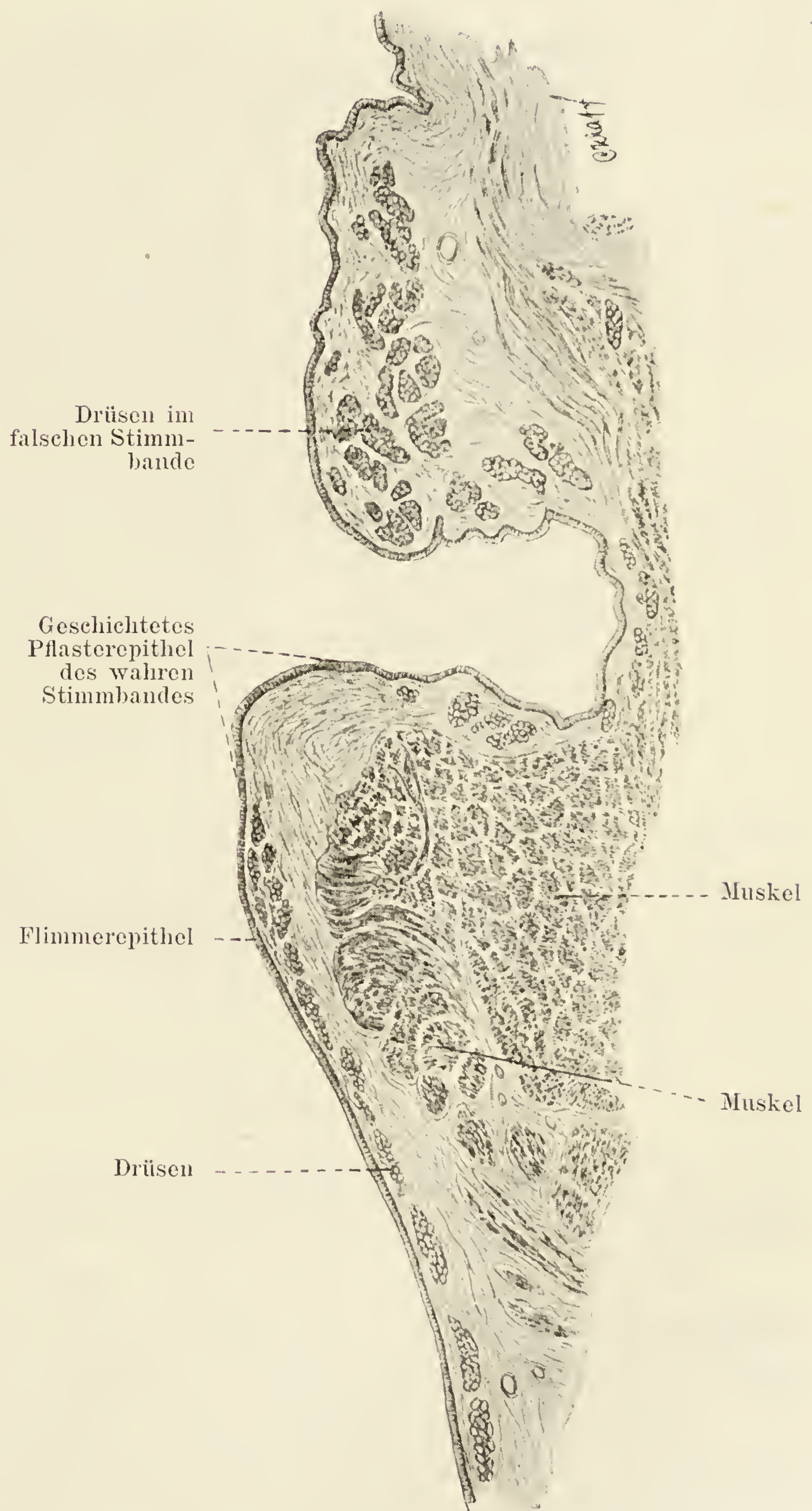


Fig. 156.
Längsschnitt durch die Schleimhaut des Kehlkopfes vom Menschen. 5mal vergr.

nannten Epiglottiswulst. Grössere Drüsenpackete finden sich in den falschen Stimmbändern, am Wrisberg'schen Knorpel (Cartilago cuneiformis N.), der geradezu von ihnen eingehüllt wird. In den übrigen Theilen des Kehlkopfes kommen Drüsen nur einzeln vor. Die wahren Stimmbänder besitzen keine Drüsen.

Die Gefässe des Kehlkopfes bilden in der Regel drei übereinander geschichtete Netze. Die Kapillaren liegen dicht unter dem Epithel und sind sehr fein.

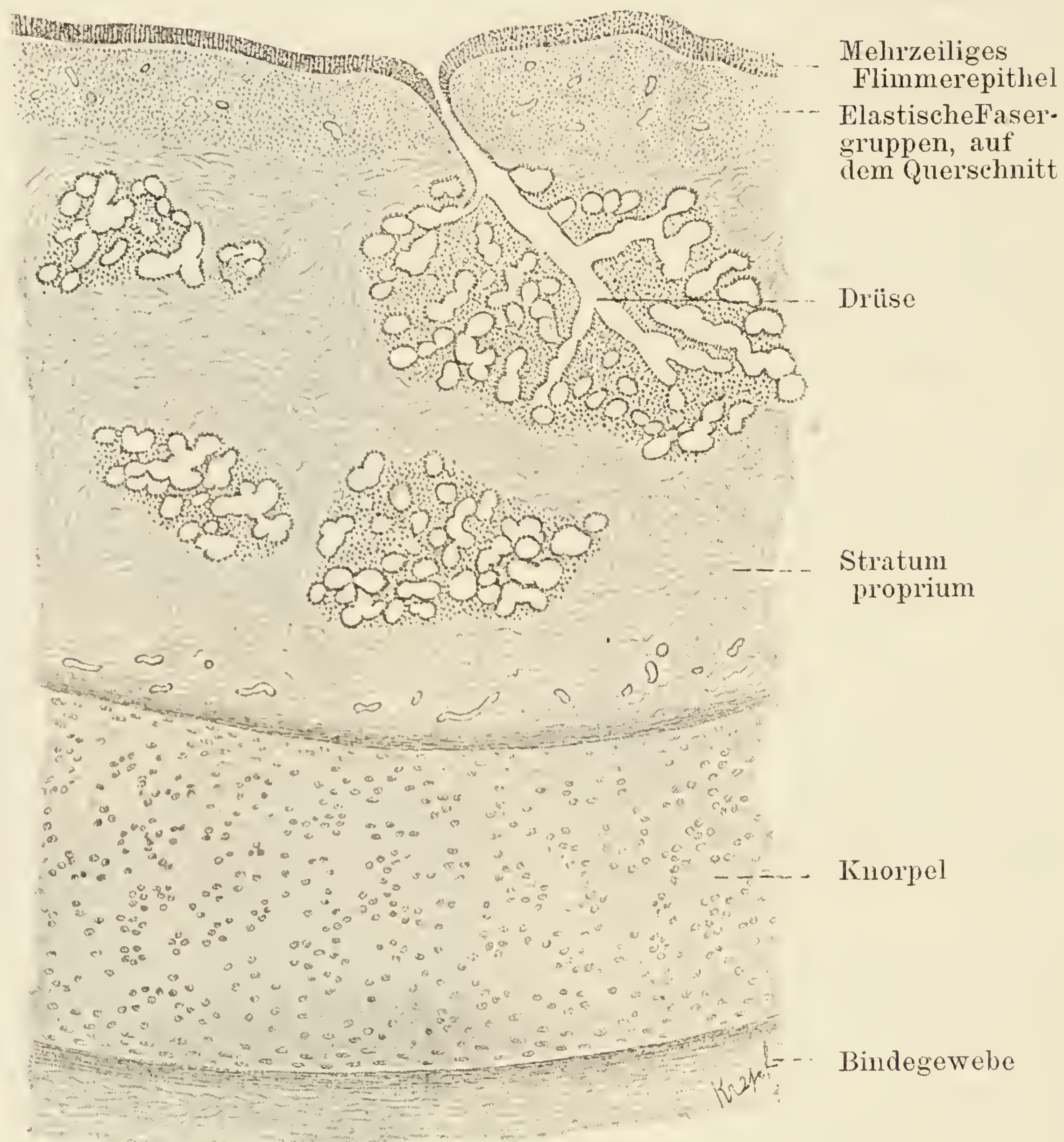


Fig. 157.
Querschnitt durch den Bronchus des Menschen. 27mal vergr.

Die Lymphgefässnetze liegen in zwei Etagen: die oberflächlichen sind feinmaschig und liegen unmittelbar unter den Blutkapillaren.

Die Nerven sind ebenfalls sehr zahlreich, in ihren Verlauf sind Ganglienzellen eingeschaltet. Am Rande und an der hinteren Fläche der Epiglottis, wo Pflasterepithel vorhanden ist, kommen Schmeckbecher (s. diese) vor.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind mit Ausnahme der Epiglottis, der Santorini'schen (Cartilago corniculata N., letztere sind Abkömmlinge des Epiglottisknorpels Göppert) und Wrisberg'schen Knorpeln, des Processus vocalis und einer kleinen Stelle des Thyreoidknorpels, da wo sich die Stimmbänder ansetzen, welche aus Netzknorpel bestehen, hyalin.

B. Die Trachea.

Die Schleimhaut der Trachea ist ähnlich gebaut wie die des Kehlkopfes. Das Epithel ist mehrzeilig, flimmernd und kann Becherzellen enthalten; die Basalmembran ist sehr ausgeprägt. Das Stratum proprium enthält noch mehr elastische Fasern, welche oberflächlich ziemlich dicke, vorwiegend longitudinal verlaufende Züge bilden. Die tiefe Lage des Stratum proprium ist lockerer und geht ohne scharfe Grenze in das Perichondrium über. Die Drüsen sind ebenso beschaffen, wie im Kehlkopfe; man findet an ihnen vereinzelt Gianuzzi'schen Halbmonde. Besonders zahlreich sind die Drüsen an der knorpelfreien Wand.

Im ganzen Stratum proprium sind zerstreute Bündel von glatten Muskelfasern vorhanden, besonders zahlreich an der hinteren Wand (Paries membranacea N.) der Trachea, woselbst sie einen mehr der Quere nach gerichteten Verlauf nehmen, so dass sie die freien Enden eines knorpeligen Halbringes miteinander verbinden.

Zu erwähnen wäre noch, dass im Stratum proprium konstant zahlreiche Leukocyten eingelagert und häufig auch im Epithel anzutreffen sind. Blut- und Lymphgefässe, sowie auch die Nerven verhalten sich ähnlich wie im Kehlkopf.

C. Bronchen, deren Zweige und Bronchiolen.

Bronchi und Rami bronchiales weisen genau denselben Bau auf wie die Trachea. Die mittleren Bronchialzweige (darunter verstehen wir Röhren bis zu $^1/_2$ mm Durchmesser) besitzen ein etwa 3-zeiliges Flimmerepithel. Kölliker (81) unterscheidet an ihm tief gelegene Basalzellen, eine die mittlere Region einnehmende Ersatzschicht und eine oberflächliche Hauptzellenschicht. Diese letztere besteht aus Flimmer- und Becherzellen. Die Zahl der Becherzellen ist sehr variabel. Drüsen kommen nur in solchen Bronchialverzweigungen vor, deren Durchmesser nicht unter 1 mm herabsinkt; sie sind, wie in der Trachea, einfache oder zusammengesetzte alveoläre Drüsen.

Das Stratum proprium enthält auch hier vorwiegend elastische, grösstentheils longitudinal verlaufende Fasern. Ferner findet man in ihm zahlreiche Lymphzellen und ab und zu auch Lymphknoten. — Die Muscularis weist hauptsächlich cirkuläre Fasern auf, bildet aber keine kontinuirliche Lage. — Das Knorpelgerüst besteht nicht mehr aus regelmässig gruppirten Ringen, sondern aus unregelmässigen Plättchen, welche den Bronchialzweigen von weniger als 0,85 mm Durchmesser fehlen.

Die Bronchialzweige gehen in noch feinere Röhren von weniger als 0,5 mm Durchmesser über (Bronchiolen). Ihnen fehlen Knorpel und

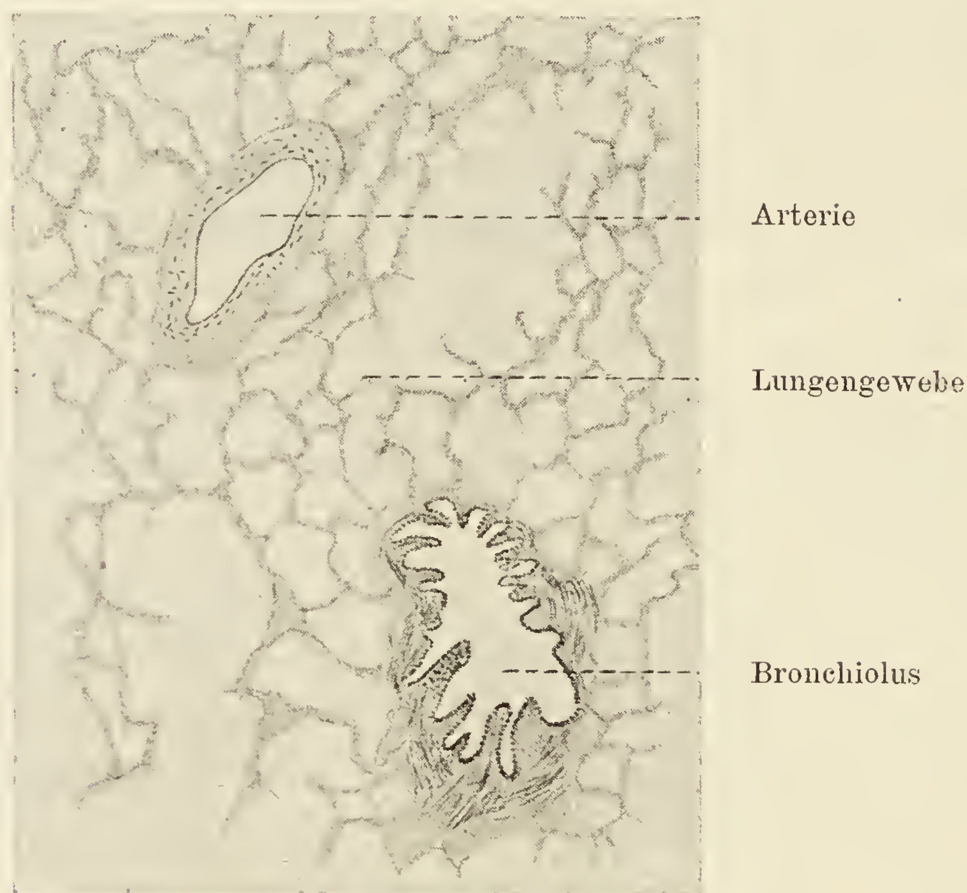


Fig. 158.



Fig. 159.

Zwei Schnitte durch die Lunge der Katze.
Fig. 158 52mal vergr.; Fig. 159 35mal vergr.

Drüsen ganz. Das Stratum proprium und die äussere Bindegewebsschicht werden sehr dünn. Das Epithel ist einschichtig und flimmernd.

D. Respiratorische Bronchiolen, Alveolargänge, Trichter.

An den Bronchiolus schliessen sich die respiratorischen Bronchiolen (Bronchioli respiratorii) an, deren Epithel abwechselnd aus Flimmer- und flimmerlosen Zellen besteht. Dieses gemischte Epithel geht nun allmäh-



Fig. 160.

Bronchiolus respiratorius vom Menschen, mit Silbernitrat behandelt. Innenfläche. 234mal vergr. Nach v. Kölliker 81.

lich in ausschliesslich flimmerloses über, das nach und nach den Charakter des respiratorischen Epithels (s. u.) annimmt. Diesen noch röhrenförmigen Abschnitt der Luftwege, der den Uebergang vom gemischten zum respiratorischen Epithel vermittelt, bezeichnet man als Alveolargang (Ductus alveolaris). Bis zum letzteren lassen sich die Muskelfasern verfolgen.

Sowohl an den Wandungen des **Bronchiolus respiratorius**, als auch am Alveolargang treten einzelne sackförmige Ausbuchtungen der Wand auf, welche man **Alveolen** nennt.

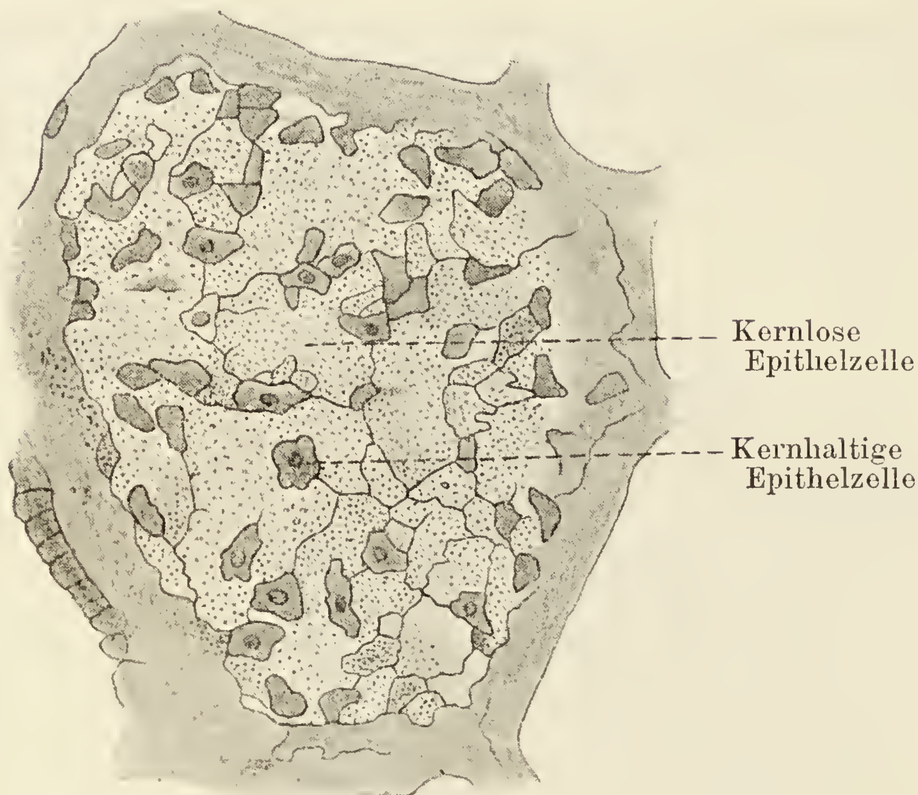


Fig. 161.
Innenfläche einer Lungenalveole des Menschen, mit Silbernitrat behandelt, das respiratorische Epithel zeigend. 240mal vergr. Nach v. Kölliker **81**.

Der **Alveolargang** geht in das sogenannte **Infundibulum** über. Letzteres ist im Allgemeinen von konischer Gestalt; die Basis des Konus ist vom Alveolargang abgewendet.

Die Wandungen des **Infundibulums** bilden zahlreiche Ausbuchtungen, walche man als Luftzellen oder **Lungenalveolen** (**Alveoli pulmonum**) bezeichnet.

Das **Epithel des Infundibulums** (11—15 μ Durchmesser) und seiner Alveolen, das sogen. **respiratorische Epithel**, besteht aus zweierlei Zellen (F. E. **Schulze**). Es sind das kleinere, kernhaltige Elemente und grössere, kernlose Plättchen (letztere jedenfalls aus kernhaltigen Zellen hervorgegangen). Die Anordnung der Epithelzellen ist im Allgemeinen eine derartige, dass die kernlosen Plättchen den Gefässkapillaren aufliegen, die kernhaltigen Zellen dagegen in die Räume zwischen den Kapillaren zu liegen kommen.

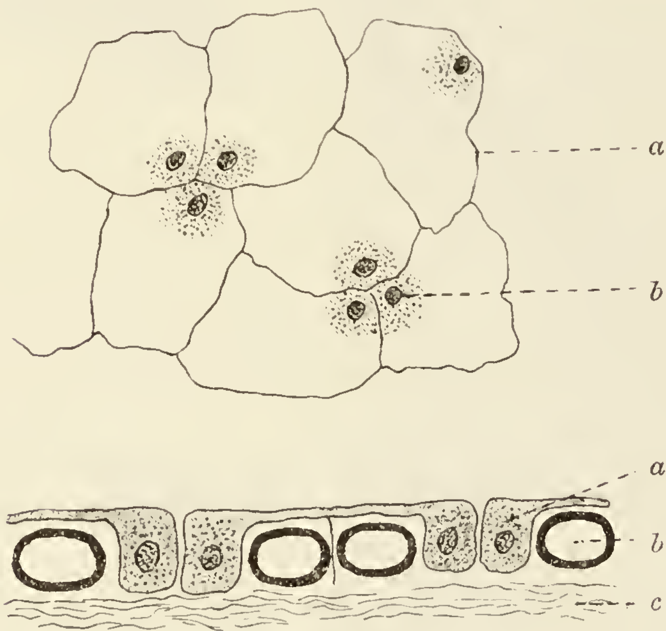


Fig. 162.
Schema des Verhaltens der respiratorischen Epithels bei den Amphibien.
Die obere Figur stellt eine Ansicht von der Fläche dar: *b* in der Region der Basis; *a* des schmalen Fortsatzes. Die untere Figur ist ein Durchschnitt: *a* eine respiratorische Epithelzelle; *b* Blutgefäss; *c* Bindegewebe um die Alveole.

Die Basalmembran des Epithels der Luftwege wird allmählich dünner und ist in der Region des Infundibulums kaum mehr wahrzunehmen.

Bei den Amphibien besteht das Epithel der Alveolen aus Zellen, welche eine breite den Kern enthaltende cylindrisch gestaltete Basis haben, von deren freiem Ende ein Fortsatz ausgeht, der über die benachbarten Kapillare ich wölbt und mit einem ähnlichen Fortsatz einer anderen auf der anderen Seite der Kapillare liegenden ebensolchen Zelle sich verbindet. Von der Oberfläche betrachtet, er-

scheinen die Basaltheile der Zellen dunkel, granulirt, ihre Fortsätze hell, durchsichtig. Diese Zellen sammt ihren Fortsätzen haben ungefähr 50 μ im Durchmesser. Das Oberflächenbild erinnert sehr an das vom respiratorischen Epithel des Menschen (Duval, Oppel 89).

Die Wandungen des Infundibulums und seiner Alveolen sind von elastischen Fasern feinster Art umsponnen.

Die Arteria und Vena pulmonalis begleiten die Bronchialverzweigungen, und erstere zerfällt im Bereich der respiratorischen Bronchiolen, der Alveolargänge und des Infundibulums mit seinen Alveolen in feinste Kapillaren, welche die Alveolen netzartig umspinnen. Dieses Gefässnetz ist in das Epithel der Lungenalveolen eingesenkt: zwischen dem Epithel und den Kapillaren liegt nur die äusserst dünne Basalmembran der Alveolen. Aus diesem Kapillarnetz sammeln sich die Venen.

Bronchen, Bronchialverzweigungen und die Bronchiolen beziehen ihre ernährenden Gefässe aus der A. bronchialis, welche z. Th. auch die A.

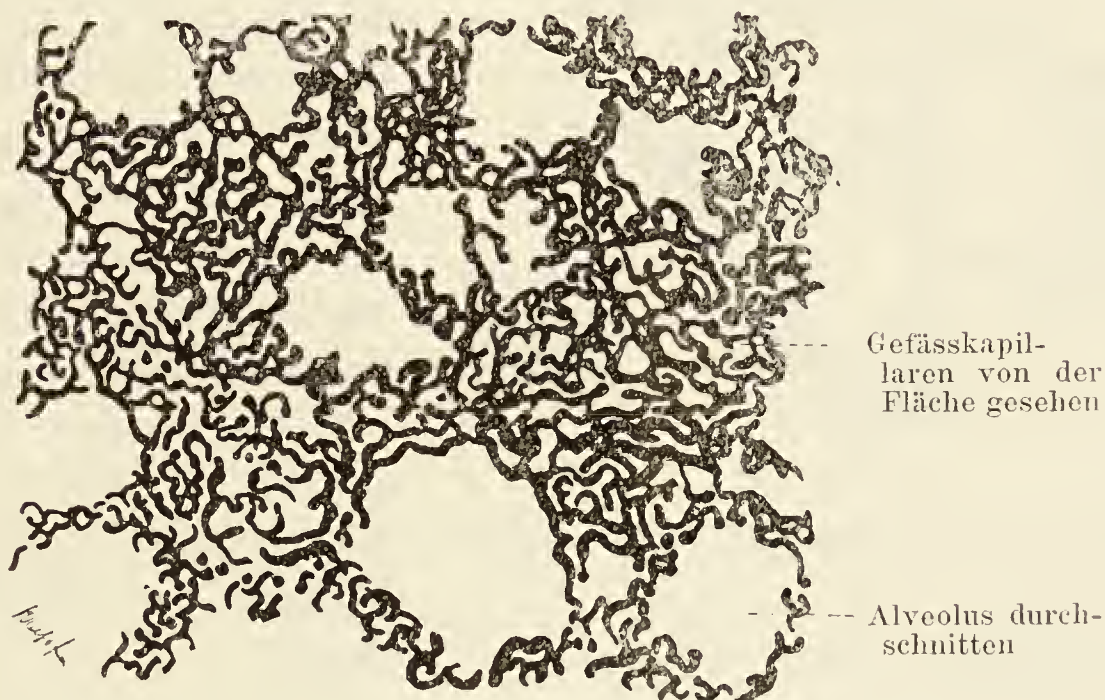


Fig. 163.
Schnitt aus einer injizirten Lunge vom Kaninchen.

nutritia der Lunge selbst ist. Die A. bronchialis entwickelt um das Bronchialsystem Kapillaren, feinere und dichter angeordnete für ihre Schleimhaut, gröbere für die bindegewebige Wandung. Diese Kapillarnetze stehen im Bereich der Endverzweigungen der Bronchiolen mit dem respiratorischen Kapillarsystem in vielfacher Verbindung. Aus den Kapillaren der A. bronchialis sammeln sich Venen, die entweder in die Venae bronchiales oder in die Aeste der Vena pulmonalis sich ergiessen.

Die oberflächlichen Lymphgefässe der Lunge liegen unmittelbar unter deren Pleura, die tiefen im Bindegewebe der Lunge; die gröberen, tiefergelegenen Stämme haben den gleichen Verlauf wie die Bronchen.

Die Nerven der Lunge begleiten ebenfalls die Bronchen; ihre Endigungsweise ist nicht näher untersucht worden. In ihrem Verlaufe kommen Ganglienzellen vor.

E. Glandula thyreoidea.

Die Schilddrüse hat einen dreifachen Ursprung. Ihr mittlerer Theil (Isthmus gl. thyreoideae) entsteht als eine Ausstülpung des Epithels der Rachenhöhle in der Gegend des späteren Foramen caecum der Zunge; die beiden Seitentheile (Lobus dexter et sinister) durch eine komplizirte Umwandlung des Epithels der vierten Kiementasche. Alle diese Theile vereinigen sich beim Menschen zu einem Ganzen, so dass der Bau des Organes beim Erwachsenen ein einheitlicher ist. Die Thyreoidea besteht aus einer grossen Zahl verschieden grosser, durchweg geschlossener, mit annähernd kubischem Epithel ausgekleideter Blasen oder Follikel, welche durch sehr blutreiches Bindegewebe von einander getrennt sind. Die Follikel sind von rundlicher, polyedrischer oder schlauchförmiger Gestalt; zuweilen sind sie mit sekundären Ausbuchtungen versehen (Streiff). Schon frühzeitig findet man als Inhalt der Follikel eine eigenthümliche Masse, die man als „Colloid" bezeichnet (s. Technik).

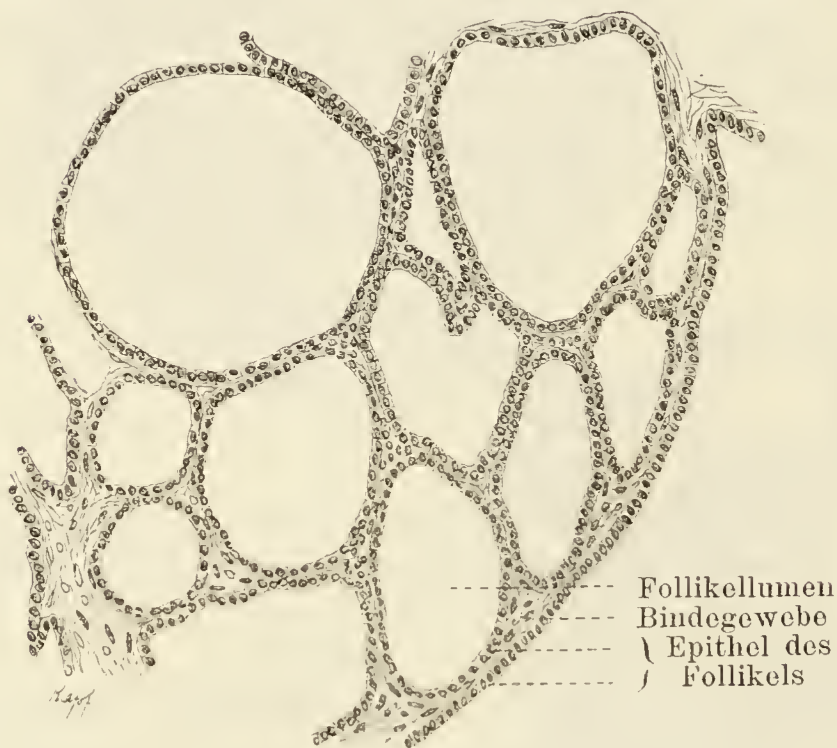


Fig. 164.
Aus einem Schnitt der Schilddrüse eines Kindes.

Langendorff hat nachgewiesen (s. Technik), dass man in den Follikeln der Thyreoidea zwei Zellenarten unterscheiden kann: 1. die Hauptzellen und 2. die Colloidzellen. Erstere scheinen in die Colloidzellen sich umzuwandeln, die letzteren mit der Ausscheidung der Colloidsubstanz betraut zu sein. Bei der Bildung des Colloids werden die Colloidzellen niederer und der ganze Inhalt sammt dem Kerne wird schliesslich in Colloidsubstanz umgewandelt.

Hürthle unterscheidet zwei Arten der Colloidbildung: eine mit Erhaltung der Zellen, die andere mit Zugrundegehen derselben. Bei der ersteren Art sind die Colloidzellen von Langendorff betheiligt; bei der letsteren werden sie zuerst modifizirt, platt und wandeln sich in toto in Colloidmasse um. Die Colloidsubstanz kann in die Lymphspalten eintreten und zwar entweder direkt durch Ruptur des Follikels, oder indem der Inhalt des letzteren durch die Intercellularspalten in die Lymphspalten entleert wird.

Untersuchungsmethoden für Respirationsorgane.

256. Für die Untersuchung des Kehlkopfes und der Trachea wähle man gesunde und junge Individuen. Stücke der Schleimhaut oder das ganze Organ müssen frisch eingelegt werden. Schnitte durch ganze Organe liefern nur Uebersichtsbilder; will man hingegen exakt fixirtere Schleimhäute untersuchen, so kann man diese vor dem Schneiden mit einem Rasiermesser abtragen und gesondert weiter behandeln.

257. Als Fixirungsflüssigkeiten können Chromosmiumgemische empfohlen werden. Man färbt nachträglich mit Safranin. Ausser den Kerntinktionen erhält man hierbei die Becherzellen bräunlich, die elastischen Netze des Stratum proprium der Mukosa und der Submukosa rothbraun tingirt.

Bei Untersuchung der Epithelien wende man Isolationsmethoden an, namentlich $^1/_3$ Alkohl von Ranvier (T. 128).

258. Mit besonderen Schwierigkeiten ist die Untersuchung des respiratorischen Epithels verbunden; dasselbe wird am zweckmässigsten in der Weise dargestellt, dass man etwa in den Bronchus eine 0,05⁰/oige Silbernitratlösung bis zur prallen Füllung des entsprechenden Lumenabschnittes füllt und das Ganze dann in eine $^1/_2$⁰/oige Silbernitratlösung überträgt. Nach ein paar Stunden wird das Präparat mit destillirtem Wasser gewaschen und in 70⁰/oigen Spiritus übertragen. Stücke des Präparates werden in dicke Schnitte zerlegt und Anschnitte der respiratorischen Wege untersucht, wobei die Silberlinien die Grenzen der Epithelzellen markiren. Man darf solche Schnitte nicht mit Eiweiss aufkleben, weil dasselbe sonst ebenfalls nachdunkelt und das Bild trübt. Solche Präparate können auch gefärbt werden.

259. Die Untersuchung der elastischen Fasern, namentlich der der Lungenalveolen wird nach einer Fixirung in Müller'scher Lösung (T. 27) oder in Alkohol vorgenommen. Man färbt mit Orcein. Stücke frischer Lungensubstanz mit Kalilauge behandelt, lassen ebenfalls elastische Fasern in grosser Menge isolirt wahrnehmen.

260. Die Lungen können auch nach den Methoden von Golgi behandelt werden, wobei gitterfaserähnliche (s. T. 252) Gebilde an den Gefässen und Alveolen zum Vorschein kommen (Oppel).

261. Die Gefässe der Lunge lassen sich verhältnissmässig leicht injiziren.

262. Die Glandula thyreoidea behandelt man am besten mit Flemming'scher Lösung. Man färbt entweder mit der R. Heidenhain-schen Hämatoxylinlösung und namentlich mit der Lösung von Ehrlich-Biondi, wobei es zu einer Differenzirung von Haupt- und Colloidzellen kommt; die ersteren erscheinen ungefärbt, die letzteren roth mit grünen Kernen (Langendorff). Die Colloidsubstanz der Schilddrüse trübt sich weder mit Alkohol, noch mit Chromsäure, gerinnt in Essigsäure nicht, quillt aber in derselben. 33⁰/oige Kalilauge bringt das Colloid kaum zum Aufquellen, in schwächeren Lösungen löst es sich nach längerer Zeit auf.

IV. Harn- und Geschlechtsorgane.

A. Harnorgane.

1. Die Niere.

Die Niere ist eine zusammengesetzte tubulöse Drüse, welche beim Menschen aus ca. 15 gleichwerthigen Abtheilungen besteht, die man als Lobi renis oder Renculi bezeichnet und denen je eine Nierenpapille entspricht. Der secernirende Theil wird aus in bestimmter und regelmässiger Weise gewundenen Röhren, Harnkanälchen (Tubuli renales), zusammengesetzt. An einer solchen Röhre unterscheidet man folgende Abschnitte: 1. die einen Gefässknäuel, den Glomerulus, umfassende, mit ihm zusammen als Malpighi'sches Körperchen (Corpusculum renis [Malpighii]) bezeichnete Ampulle oder Bowman'sche Kapsel (Capsula glomeruli N.); 2. einen gewundenen Kanal erster Ordnung; 3. einen schleifenförmig gebogenen, aus einem geraden ab- und aufsteigenden Schenkel bestehenden Abschnitt, die Henle'sche Schleife; 4. einen gewundenen Kanal zweiter Ordnung oder das Schaltstück und 5. ein gerades Sammelkanälchen. Aus dem Zusammenfluss solcher Sammelkanälchen entstehen dickere gerade Sammelröhrchen, welche schliesslich durch einen Ductus papillaris an der Nierenpapille in das Nierenbecken einmünden.

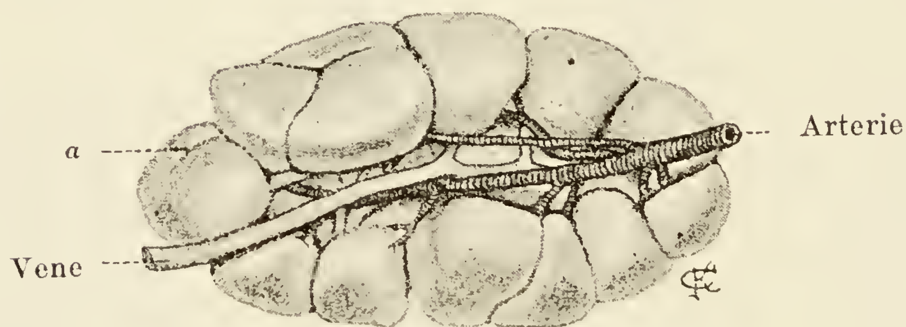


Fig. 165.
Niere eines neugeborenen Kindes, die deutliche Sonderung in Renculi zeigend. 1mal vergr.
Bei *a* beginnende Verwachsung zweier benachbarter Renculi.

Ausser diesen Kanälchen enthält die Niere ein komplizirtes Gefässsystem, spärliches Bindegewebe etc.

An einem Durchschnitt durch die Niere (an einem frontalen Längsschnitte am besten) sieht man, dass sie aus zwei Substanzen besteht: die eine derselben, die Marksubstanz (Substantia medullaris), ist an Gefässkapillaren ärmer und enthält die als gerade Kanäle (Tubuli renales recti) bezeichneten Abschnitte des Harnkanälchens (d. h. 1. die Henle'schen Schleifen und 2. die Sammelröhren); die andere, die Rindensubstanz (Substantia corticalis), ist gefässreicher, enthält hauptsächlich die Malpighi'schen Körperchen und die gewundenen Kanäle 1. und 2. Ordnung.

In einem Nierenlobus sind die beiden Substanzen (Rinden- und Marksubstanz) folgendermassen vertheilt: in der papillaren Hälfte desselben finden wir ausschliesslich die Marksubstanz (Malpighi'sche Pyramide), welche gegen die Oberfläche der Niere eine grosse Anzahl von Fortsätzen aussendet (Pyramidenfortsätze, Markstrahlen). Sie erreichen indessen die Oberfläche der Niere nicht, sondern enden in einer gewissen Entfernung davon. Alles



Fig. 166.

Isolirte Harnkanälchen Fig. a und Fig. b von der Maus, Fig. c von der Schildkröte.
In allen Figuren: *a* Malpighi'sche Körperchen; *b* gewundene Kanälchen I. Ordnung; *c* schmaler Schenkel der Henle'schen Schleife; *d* Henle'sche Schleife; *e* Sammelröhrchen; *f* Sammelkanälchen.

übrige Gewebe der Niere ist Rindensubstanz. Zwischen den Markstrahlen bildet sie die Rindenfortsätze, an der Peripherie der Niere, da, wo die Markstrahlen fehlen, — das Rindenlabyrinth. Die die Malpighi'schen Pyramiden trennenden Portionen der Rindensubstanz heissen Columnae renales N. (Bertini), besser Septa renis.

Ferrein unterschied noch weitere Abtheilungen in der Niere, indem er die Pyramidenfortsätze mit den angrenzenden Theilen unserer Rindenfortsätze, bis zu den Interlobulargefässen zusammenfasste; das sind seine Pyramiden (Lobuli corticales N.). Diese Aufstellungen sind jedoch künstliche, wie schon Henle hervorgehoben hat.

Was den feineren Bau der Harnkanälchen betrifft, so ist festzuhalten, dass die Beschaffenheit der Zellen in den verschiedenen Abtheilungen der Kanälchen eine verschiedene ist.

In der Kapsel des Glomerulus (120—220 μ im Durchmesser) unterscheidet man zwei Regionen, welche man am besten auseinander hält, wenn man das Verhältniss der Kapsel zum Glomerulus in's Auge fasst. Die

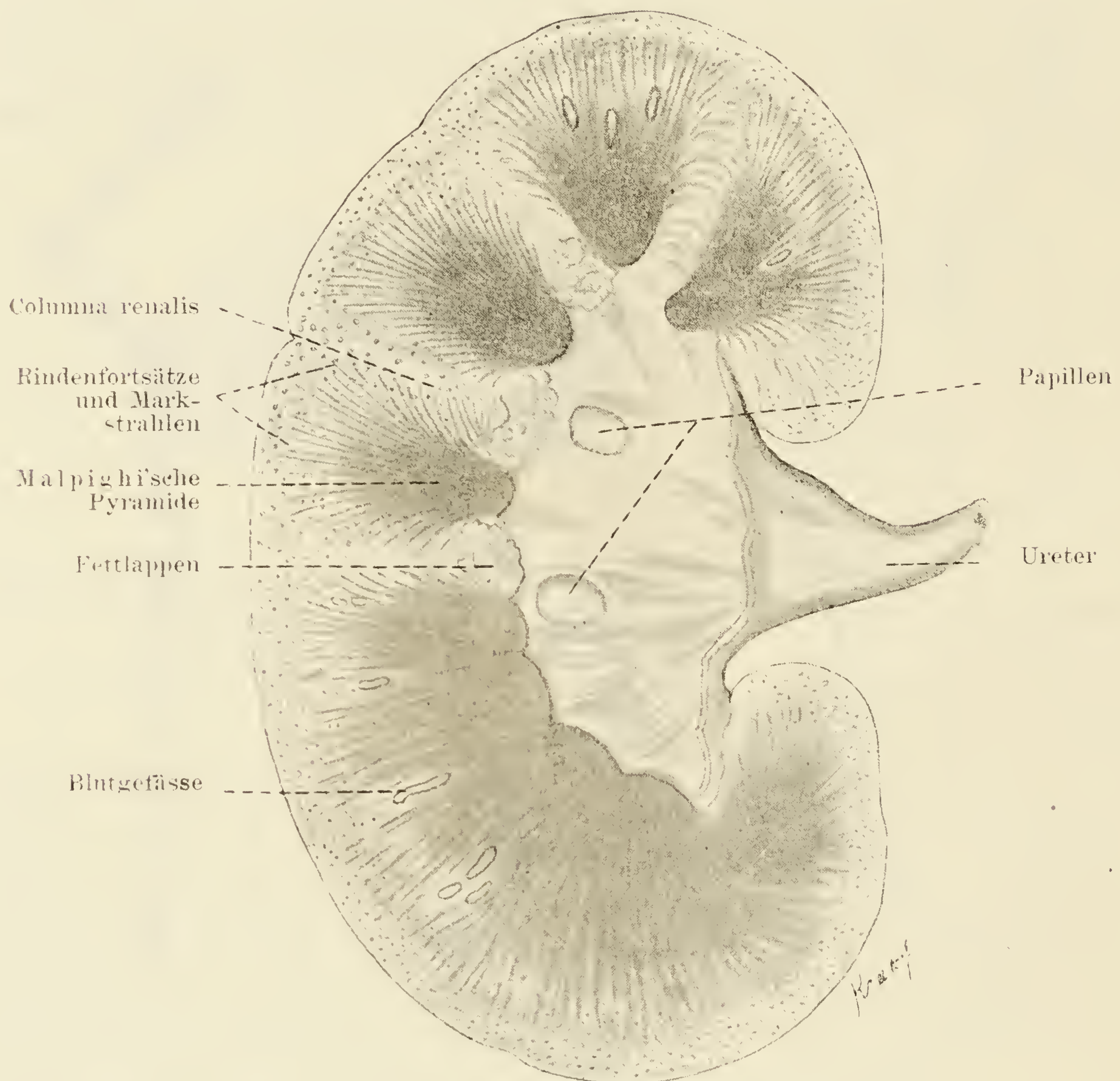


Fig. 167.

Der Länge nach halbirte Niere eines erwachsenen Menschen. 9/10 der natürl. Grösse. Aeusserlich sind Grenzen zwischen den Nierenlappen nicht mehr wahrnehmbar.

Kapsel bildet um den Glomerulus einen doppelwandigen Becher, ein Verhältniss, welches man sich am besten dadurch klar macht, dass man den Glomerulus in die Kapsel eingestülpt sich vorstellt. Zwischen der inneren, den Glomerulus überziehenden (Glomerulusepithel) und der äusseren Wand (Bowman'sche Kapsel) des Bechers bleibt ein spaltförmiger Hohlraum bestehen, der mit dem Lumen des ausgehenden Harnkanälchens in Zusammenhang steht.

Beim Erwachsenen ist das Glomerulusepithel sehr platt, mit in das spaltförmige Lumen des Malpighi'schen Körperchens vorspringenden Kernen. Das Epithel der äusseren Wand ist zwar etwas höher, gehört aber immerhin noch zu Plattenepithelien.

Die Bowman'sche Kapsel ist mit dem gewundenen Kanal erster Ordnung (von 40—70 μ Durchmesser) durch ein enges und kurzes Hals-

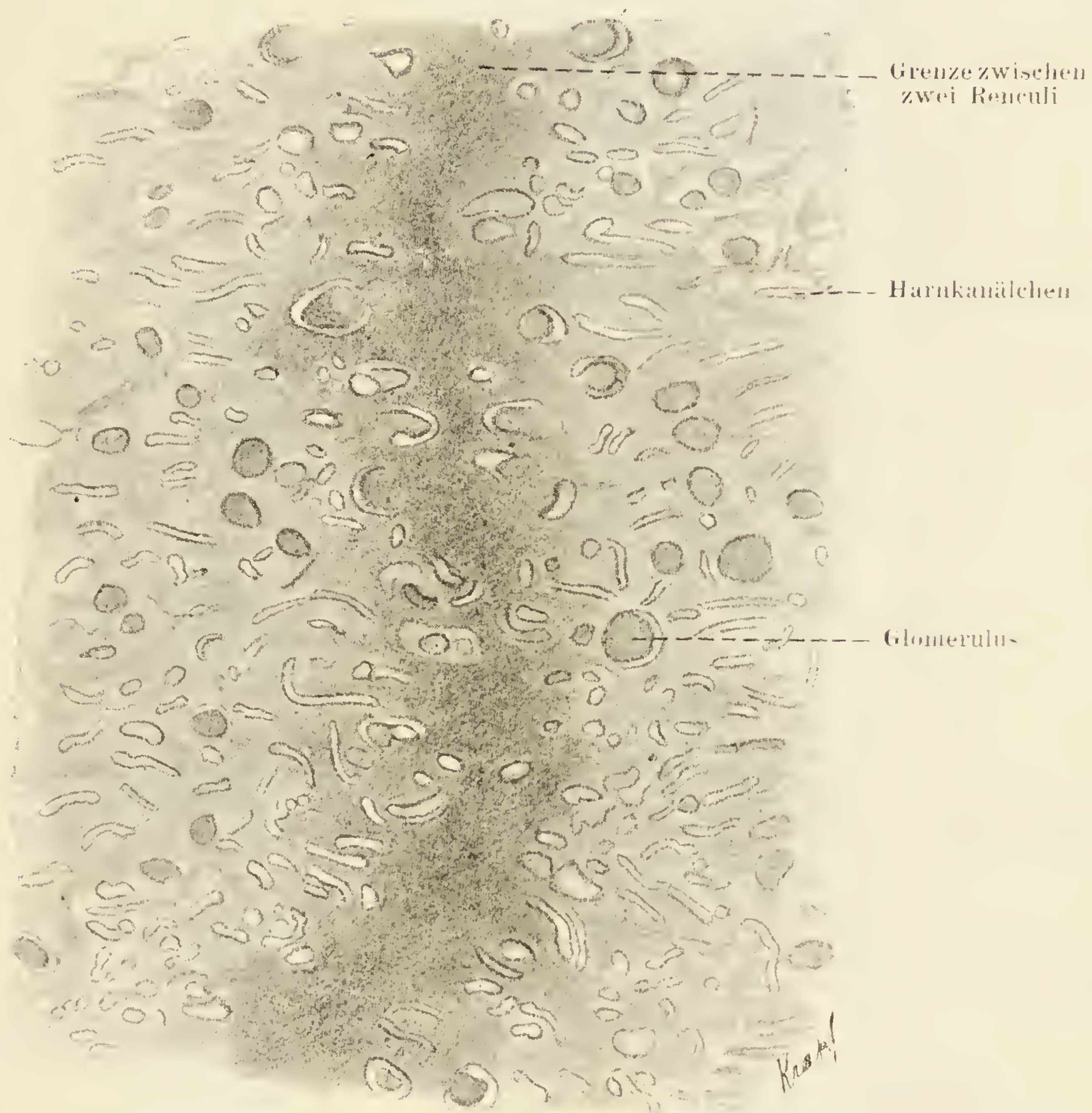


Fig. 168.
Schnitt durch die Grenze zweier Reneuli von einem Neugeborenen ihre Verwachsung zeigend.

stück verbunden. Ihr Epithel geht ganz allmählich in das kubische Epithel des Halsstückes über, welches letztere sich direkt demjenigen des gewundenen Kanälchens anschliesst. Im letzteren trifft man ein Stäbchenepithel; seine Zellen sind gestrichelt und können mit bestimmten Reagentien in Fasern zerlegt werden (R. Heidenhain 83). Diese Struktur sieht man beim Menschen in der basalen Hälfte der Zellen deutlicher, während ihr Kern in der dem Lumen zugewandten Hälfte gelegen ist. Die Zellen hängen, namentlich in

ihrer indifferenten, nicht faserigen Region, so innig zusammen, dass die Zellengrenzen hier nicht immer deutlich hervortreten.



Fig. 169.

Aus einem Schnitt durch die Rindensubstanz des Menschen. 240mal vergr.

a Epithel der Bowman'schen Kapsel; *b* Membrana propria; *c* Epithel des Glomerulus; *e* Blutgefässe; *f* Lappen des Glomerulus *g* Anfang des Harnkanälchens; *h* Epithel des Halses; *i* Epithel des gewundenen Kanälchens I. Ordnung.

Die basalen Hälften der Seitenflächen der Zellen des gewundenen Kanälchens erster Ordnung des Meerschweinchens, die wir eingehender studirt haben, greifen mit sehr zahlreichen, tiefen Zacken ineinander ein, ein Verhältniss, welches von der Oberfläche betrachtet, als eine zierliche, mäandrische Zeichnung zum Ausdruck kommt. Fertigt man Querschnitte an, so erscheint die Zelle bis zur Höhe des Kernes scheinbar gestrichelt. Die Strichelung ist aber hier ohne Zweifel bedingt durch die Contouren der Zackendurchschnitte (Fig. 170). Diese Strukturverhältnisse sind inzwischen für das Meerschweinchen bestätigt und beim Menschen aufgefunden worden (Landauer). Diese Strichelung ist viel gröber als die erwähnte Heidenhain'sche; beide sind unter Umständen nebeneinander zu sehen.



Fig. 170.

Epithelien der gewundenen Kanälchen I. Ordnung vom Meerschweinchen, von der Fläche und von der Seite gesehen. Chromsilbermethode. 590mal vergr.

a ineinandergreifende Zacken.

Der absteigende Schenkel der Henle'schen Schleife (9—15 μ Breite) ist schmal und besitzt flache Epithelzellen, deren kernhaltige Mitte verdickt und gegen das Lumen des Kanälchens hervorgebuchtet ist. Die gewölbten Partien der Zellen stossen hier nicht an die gleichnamigen Theile der gegenüberliegenden Zellen der Kanälchenwand, sondern ragen in den Raum zwischen zwei Hervorwölbungen dieser Zellen, so dass die Elemente der einen Seite mit denen der anderen alterniren, und daher das Lumen entsprechend der Länge der Zellen, zickzackförmig geknickt erscheint.

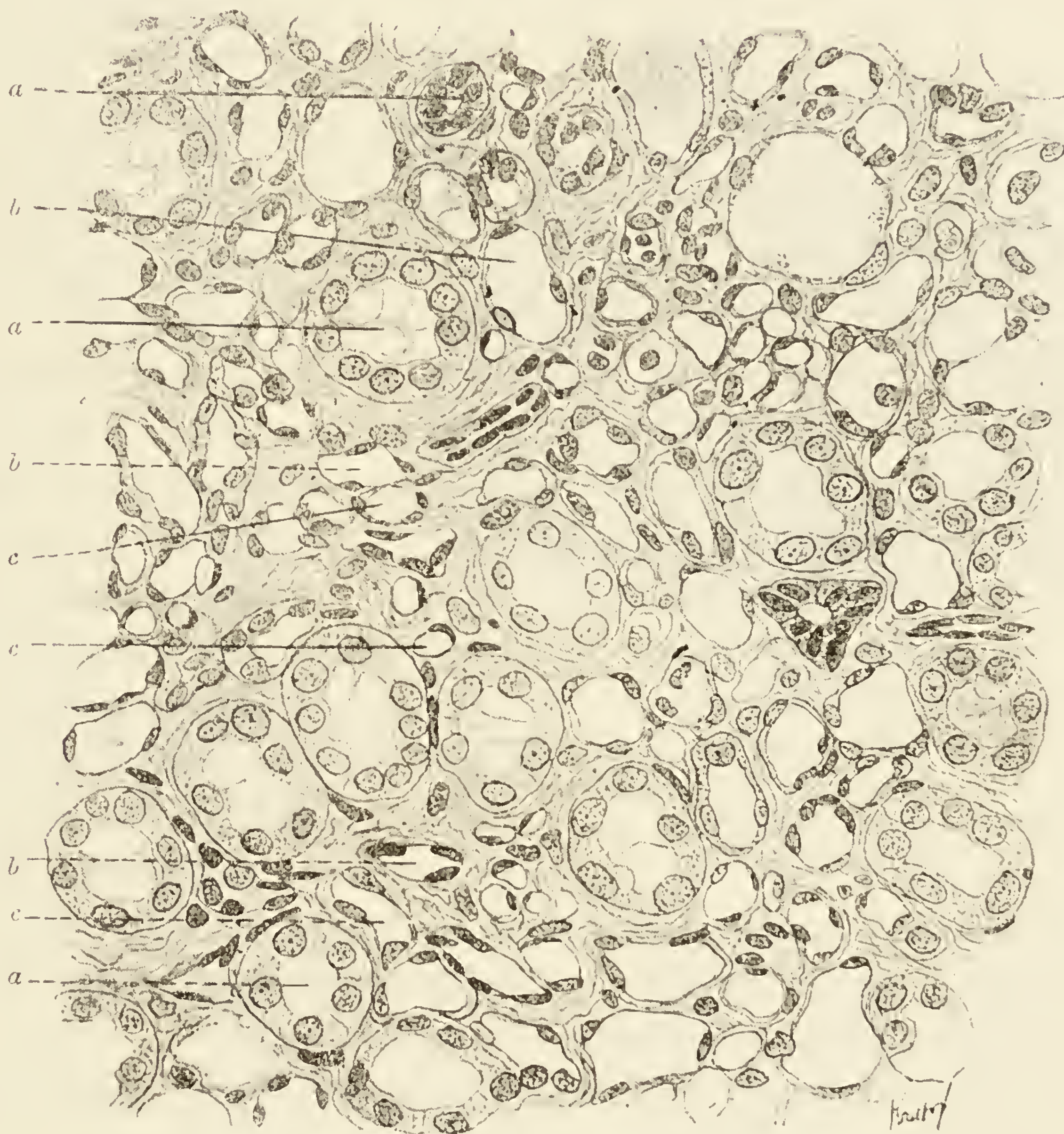


Fig. 171.
Querschnitt durch die Malpighi'sche Pyramide des Menschen. ca. 300mal vergr.
a Aufsteigender Schenkel der Henle'schen Schleife; *b* Blutgefässe; *c* absteigender Schenkel der Henle'schen Schleife.

Der breite, grösstentheils dem aufsteigenden Schenkel (23—28 μ dick) der Schleife entsprechende Theil der letzeren hat ein cylindrisches Epithel, welches ähnlich wie das der gewundenen Kanälchen erster Ordnung beschaffen ist. Nur ist die Strichelung der Zellen hier noch mehr auf den basalen Theil beschränkt. Das Lumen ist etwas grösser als im absteigenden Schenkel und nach Behandlung mit Reagentien löst sich hier das Epithel oft im Ganzen von der Basalmembran des Kanälchens ab.

Die gewundenen Kanälchens zweiter Ordnung oder Schaltstücke (39—45 μ Durchmesser) besitzen nur wenige Windungen (2—4).

Ihr Epithel ist ziemlich hoch, mit grossen Kernen versehen; die basalen Theile der Zellen greifen mit Zacken ineinander ein.

Das Schaltstück geht in ein kurzes gerades Sammelkanälchen über, dessen Epithel annähernd kubisch, dessen Lumen etwas weiter als das des Schaltstückes ist.

Die kleineren Sammelröhrchen haben ein niederes cylindrisches Epithel, dessen Zellen von nicht ganz regelmässiger Gestalt sind. Ihre basalen Theile sind mit kurzen, ungleich ausgebildeten Fortsätzen versehen, welche ineinander greifen und zur Fixirung der Zellen dienen. (Der Durchmesser der Sammelröhren beträgt 45—75 μ.)

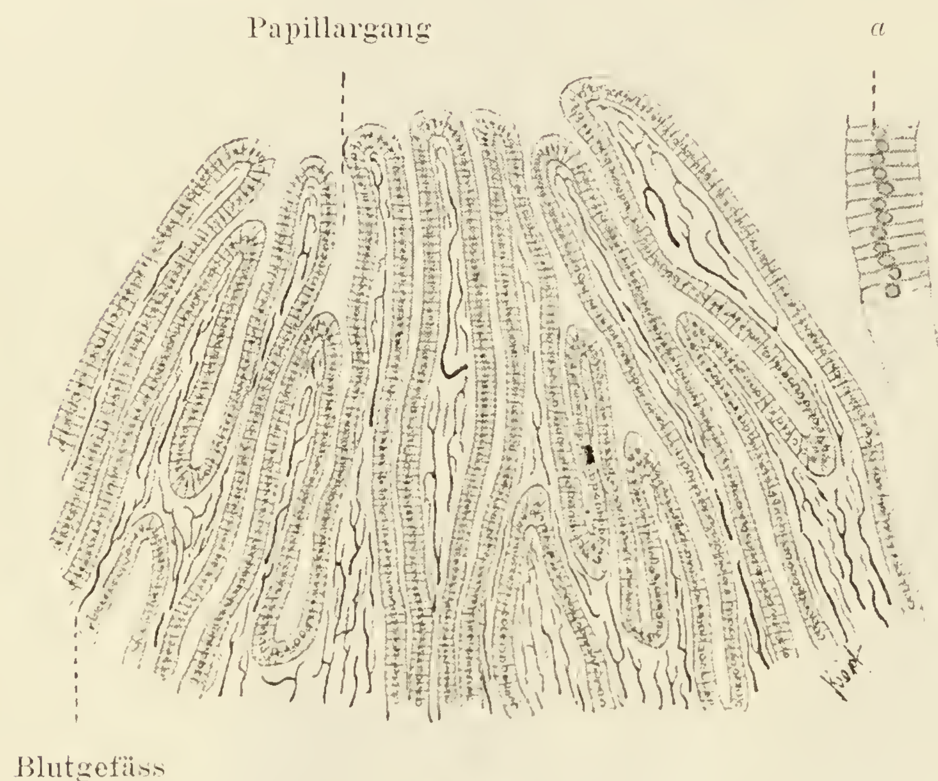


Fig. 172.
Aus einem Längsschnitt durch die Papille einer injizirten Niere. 40mal vergr.
a etwas stärker vergrössertes Epithel einer Sammelröhre.

Bei den Sammelröhren grösseren Kalibers wird das Epithel regelmässiger, und desto höher, je weiter die Röhre ist. Allmählich fliessen die Sammelröhren einer Malpighi'schen Pyramide und der angrenzenden Partien der Culumnae Bertini, zu etwa 20 Papillargängen (von 200—300 μ Durchmesser) zusammen (hohes cylindrisches Epithel), welche gesondert am Spitzentheil der Papillen ausmünden (Foramina papillaria).

Ausser dem Epithel besitzen die Harnkanälchen eine Membrana propria, welche als strukturlos angesehen wird. Die Membran der Sammelkanälchen ist äusserst dünn.

Nach Rühle (**97**) besteht die Membrana propria der Harnkanälchen aus feinen Rings- und Längsfasern, welche nirgends mit Zellen in Zusammenhang stehen und nichts anderes sind als eine stärkere und regelmässig angeordnete Lage des interstitiellen retikulären Gewebes. Auch die Membran der Gefässschlingen der Glomeruli scheint faserig gebaut zu sein, zeigt jedenfalls zahlreiche feine Poren.

Zwischen den Harnkanälchen und den Gefässen findet sich im normalen Zustande nur spärliches Bindegewebe.

Die Blutgefässe der Niere sind eigenartig angeordnet und stehen in engsten Beziehungen zu den Harnkanälchen. Die A. renalis theilt sich in der Nähe des Hilus in zwei Aeste (in einen dorsalen und ventralen), welche sich dann abermals theilen. Die Hauptzweige senden Seitengefässe zum Nierenbecken, die die Schleimhaut desselben zu versorgen haben und deren

Kapillaren sich bis zur Area cribrosa erstrecken. Die venösen Kapillaren dieses Gebietes gehen in Venen über, welche die Arterien begleiten. — Ausser diesen Aesten entstehen aus den Hauptzweigen oder aus ihren unmittelbaren Theilungsästen rücklaufende Arterien, welche für die Wandung des Nierenbeckens, für die Nierenkapsel und den Ureter bestimmt sind. Die Hauptzweige selbst treten in den Hilus ein, verzweigen sich dort in den Columnae Bertini und bilden zwischen Rinden und Marksubstanz arterielle Arkaden (Aa. arciformes). Nur bei Thieren, deren Niere aus einer einzigen Pyramide besteht, liegen die genannten Verzweigungen an den Seiten der Pyramide und von ihnen gehen dann die Aa. arciformes aus.

Aus den Aa. arciformes entspringen zahlreiche, in den Rindenpyramiden verlaufende Gefässe, die Aa. interlobulares. Sie theilen sich nur selten gablig, aber jede von ihnen giebt zahlreiche, fast unter rechtem Winkel abgehende seitliche Zweige ab, welche den Glomerulus des Malpighi'schen Körperchens bilden und als Vasa afferentia in denselben eintreten.

Der Glomerulus selbst wird dadurch gebildet, dass das Vas afferens an der Eintrittsstelle in das Malpighi'sche Körperchen sofort in mehrere Aeste zerfällt, von welchen ein jeder ein Kapillarnetz für sich bildet. Aus jedem solchen Netz gelangt das Blut in ein rückläufiges Gefäss, welches einer der Aeste des aus dem Glomerulus hervortretenden Vas efferens ist. Da das zuführende und abführende Gefäss nahe bei einander ein- und austreten, so müssen die zwischen ihnen entwickelten einzelnen Kapillargruppen nach Art einer Schleife gebogen sein.

Die geschilderten Kapillargruppen des Glomerulus sind von einander durch reichlicheres Bindegewebe geschieden als die Kapillaren derselben Gruppe, so dass man im Glomerulus Läppchen unterscheiden kann, von welchen ein jedes einer Kapillargruppe entspricht. Der ganze Glomerulus ist aber kugelig und wird zunächst von spärlichem Bindegewebe, dann von dem inneren Blatt der Capsula glomeruli N. dem Glomerulusepithel, überzogen.

Bei seinem Austritt aus dem Glomerulus zerfällt das Vas efferens in gewöhnliche Kapillaren, welche nach und nach venös werden. Diejenigen Kapillaren also, die den Glomerulus bilden, sammt dem Vas efferens sind arteriell und können somit in die Kategorie der sogenannten arteriellen Wundernetze gestellt werden.

Die aus dem Vas efferens hervorgegangenen Kapillaren sind sowohl in den Mark- als auch in den Rindenpyramiden gelegen. Die Maschen der in den Markstrahlen sind im Gegensatz zu jenen, welche ihren Verbreitungsbezirk in den Rindenpyramiden und im Nierenlabyrinth haben, langgezogen, die Maschen dieser Kapillaren sind mehr quadratisch. — Die den Nierenpapillen näher gelegenen Glomeruli senden ein längeres Vas efferens ab, das bis in den Papillartheil der Nierenpyramide reicht (Arteriolae rectae spuriae)

und sich erst dort in Kapillaren auflöst, welche ebenfalls langgezogene Maschen haben und über die ganze Papille sich verbreiten.

Es kommt im Verlaufe des Vas afferens, zwischen der A. interlobularis und dem Glomerulus, in der Nähe des letzteren, zur Bildung eines arteriellen

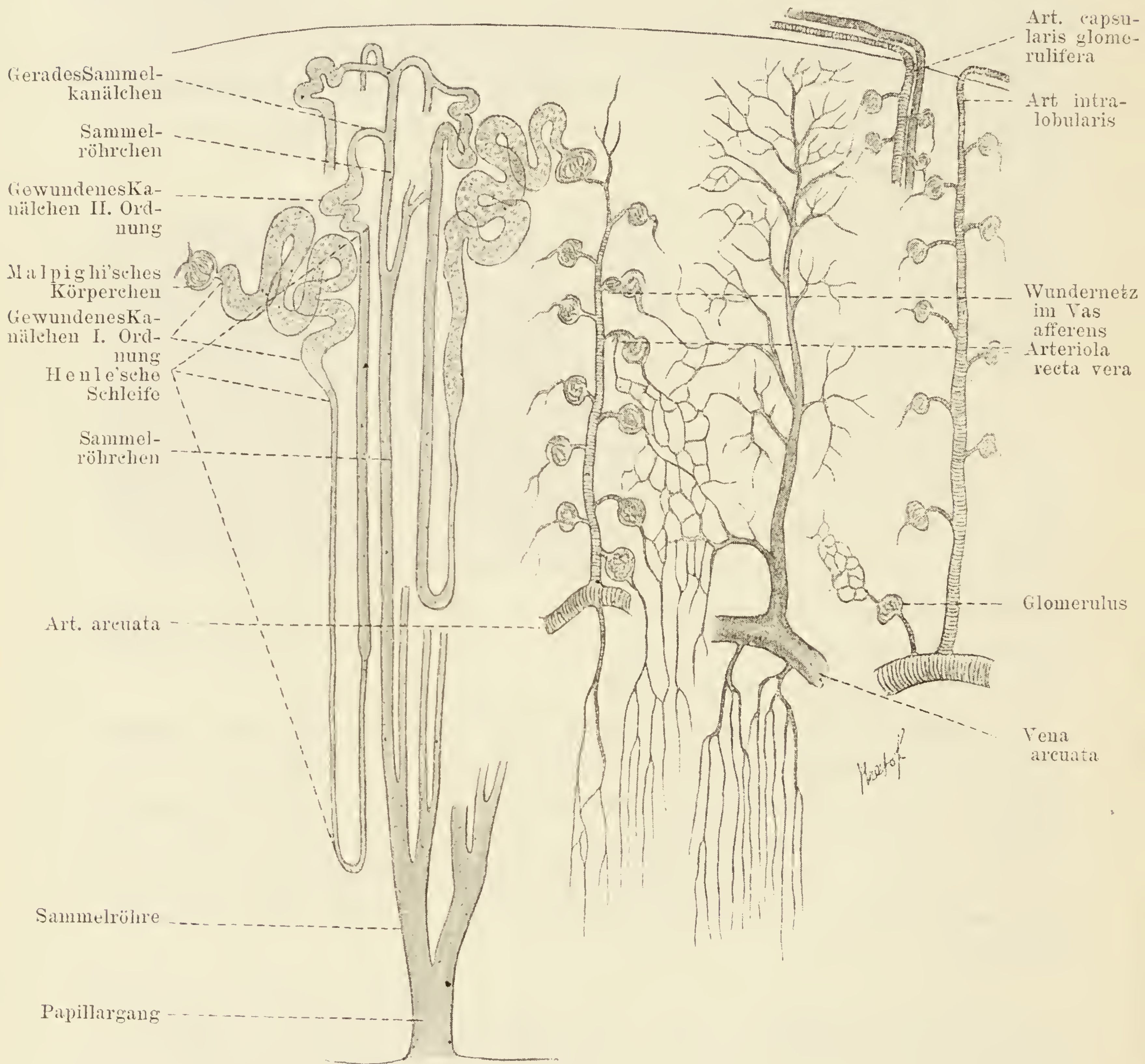


Fig. 173.

Schema der Harnkanälchen und Blutgefässe der Niere. Zum Theil unter Benutzung der Abhandlung von Golubew.

Wundernetzes, indem 2—4 kleinere Gefässzweige in den Verlauf dieses Gefässes eingeschaltet werden. Dieses Wundernetz unterscheidet sich wesentlich von dem des Glomerulus und zwar dadurch, dass die Gefässe hier noch keine Kapillaren sind und auch keine direkten Beziehungen zur Harnsekretion haben (Golubew).

Aus dem Vas afferens, aber relativ selten, entspringt ein arterielles Zweigchen, welches innerhalb der Rindensubstanz in Kapillaren sich auflöst; weitere Arterien entspringen vom Anfangstheil der A. interlobularis oder auch von der A. arciformis selbst, um sich dann entweder in der Rinden- oder Marksubstanz in Kapillaren aufzulösen. Alle diese Arterien sind die sogen. Arteriolae rectae verae. Das Kapillarsystem der letzteren steht selbstverständlich mit den übrigen Kapillaren in Verbindung, welche aus den Vasa efferentia und den Vasa recta spuria stammen.

Nicht alle Interlobulararterien werden durch die Abgabe der Vasa afferentia erschöpft. Einzelne von ihnen dringen in die Nierenkapsel ein und lösen sich in ihr in Kapillaren auf, welche sich mit den übrigen Kapillaren der Nierenkapsel, also mit jenen der Aa. recurrentes, suprarenalis, phrenica etc. verbinden; aber auch kleine Zweige der letzteren Gefässe können die Kapsel durchbohren und im Nierenparenchym eigene Glomeruli bilden (A. capsulares glomeruliferae). Diese von Golubew aufgedeckten Verhältnisse sind sowohl für die Ausbildung des kollateralen Kreislaufes, als auch für den partiellen funktionellen Ersatz der Nierenarterien durch die Kapselarterien von Wichtigkeit. Derselbe Autor bestätigte ferner die Angabe von Hoyer (77) und Geberg, dass zwischen Arterien und Venen der Niere, und zwar in der Rindensubstanz, in den Columnae renales Bertini, an der Basis der Nierenpapille etc. direkte Anastomosen durch präkapillare Zweige bestehen.



Fig. 174.

A Direkte Anastomose zwischen Arterie und Vene aus der Columna Bertini eines Kindes.
B Bipolares Wundernetz in den Verlauf eines Arterienstämmchens eingeschaltet. Hundeniere. Nach Golubew.

Die venös gewordenen Kapillaren sammeln sich zu kleinen Venen. Aus dem Gebiet der Markstrahlen und der Rindenpyramiden fliessen sie zu den Venae interlobulares zusammen, welche den nämlichen Verlauf haben wie die gleichnamigen Arterien. Das venöse Blut der Kapillaren des Nierenlabyrinthes findet seinen Abfluss ebenfalls durch die Vv. interlobulares. Hierbei kommt eine eigenthümliche Anordnung zu Stande: an der Oberfläche der Niere fliessen nämlich die Kapillaren in die Anfänge der Interlobularvenen radiär zusammen, so dass sternförmige Figuren gebildet werden, welche man als Venae stellatae bezeichnet. Mit diesem System steht auch ein Theil der venösen Kapillaren, sofern sie nicht in die die Arterien der Kapsel begleitenden Venen übergehen, in Verbindung.

Das Kapillarsystem der Markpyramiden sammelt sich zu Venen,

Venulae rectae, welche in die die arteriellen Arkaden begleitenden Venenbögen (Vv. arciformes) sich ergiessen.

Die grösseren Venen verlaufen neben den Arterien und treten mit den letzteren am Hilus der Niere heraus.

Ueber die Lymphgefässe der Niere herrschen noch vielfache Kontroversen. Auch über die Nerven ist nicht viel zu sagen. Die letzteren begleiten die Gefässe, lösen sich in zahlreiche Endbäumchen auf und sind bis in die Glomeruli hinein verfolgt worden (Retzius **92**).

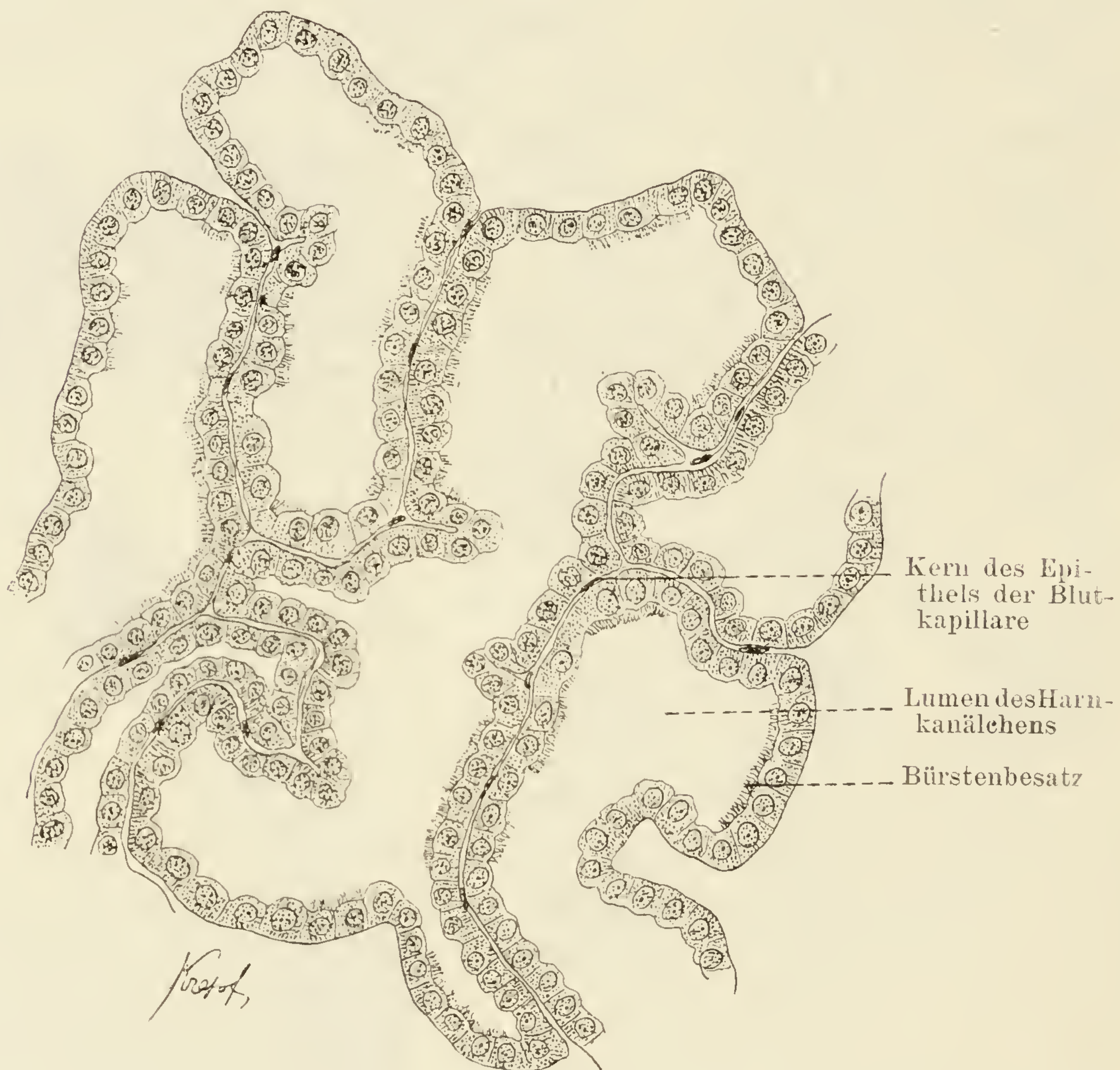


Fig. 175.
Schnitt durch gewundene Kanälchen I. Ordnung vom Menschen. 580mal vergr.

Was die Sekretion der Nierenkanälchen betrifft, so sind die Versuche von R. Heidenhain **83** mit Indigkarmin von besonderer Wichtigkeit. Injizirt man einem Kaninchen in die Blutgefässe eine gesättigte wässerige Indigkarminlösung, so wird dieses Indigkarmin unter anderem auch durch die Niere ausgeschieden, und zwar können die von einer injizirten Niere gewonnenen mikroskopischen Bilder nur dahin gedeutet werden, dass es die gewundenen Kanäle erster Ordnung und der aufsteigende Ast der Henle'schen Schleife sind, welche die Ausscheidung der Indigkarminsubstanz bewirken. Durch die übrigen Theile des Harnkanälchens wird anscheinend nur Wasser ausgeschieden.

In der letzten Zeit hat sich unter Anderen Disse mit der Sekretion der Zellen des Harnkanälchens näher beschäftigt. Nach ihm unterscheidet man in den gewundenen Kanälchen 1. solche mit weitem Lumen, niederen Zellen ohne Zellgrenzen, ohne basalen Saum, jedoch mit eigenthümlichen den Cuticulae vergleichbaren Bildungen, den sogen. Bürstenbesätzen (Tornier) (Fig. 175); 2. Kanäle mit engem Lumen und kegelförmigem Epithel. Die Zellgrenzen sind nicht deutlich ausgeprägt und ihr Protoplasma ist gleichmässig körnig; 3. Kanälchen mit sehr engem, kaum bemerkbarem Lumen, mit hohen Epithelzellen und differenzirtem Protoplasma: der basale Theil ist dunkel und gestrichelt, der freie Theil hell; der Kern liegt in der hellen Zone. Ausserdem kommt es zur Bildung von eigenthümlichen wandständigen Elementen, die von Disse (nach Analogie mit Schleimdrüsen) als Halbmonde bezeichnet und für entleerte Zellen gehalten werden. — Alle diese Zustände sind nach ihm verschiedene Stadien einer und derselben secernirenden Art von Zellen.

Die eben angeführten Angaben werden jedoch durch eine eingehende Arbeit Sauer's nicht bestätigt. In den secernirenden Abschnitten der Harnkanälchen (gewundene Kanäle und ein Theil der Henle'schen Schleife) findet Sauer stets das gleiche unveränderte Epithel, hingegen verändern sich während der Sekretion die Lumina der Kanälchen sehr stark; in Kanälchen mit kaum wahrnehmbarem Lumen sind die Epithelien hoch und schmal, in solchen mit grossem Lumen nieder und breit. Selbstverständlich wird im ersteren Fall die Heidenhain'sche Strichelung eine dichtere, im letzteren eine lockerere. Auch die Tornier'schen Säume sind von Sauer in allen Phasen der Sekretion aufgefunden worden. Demnach ist weder die Heidenhain'sche Strichelung, noch sind die Tornier'schen Cuticularsäume vergängliche, durch eine Sekretionsphase bedingte Erscheinungen; es sind vielmehr bleibende Strukturverhältnisse von Zellen bestimmter Abschnitte der Nierenkanälchen. Bei der Volumveränderung der Harnkanälchen wird wohl auch die Form und Zahl der auf p. 214 erwähnten Zacken der Epithelien sich ändern.

Die bleibende Niere entsteht schon in der fünften Woche des Embryonallebens. Der Nierenkanal, aus welchem das Epithel des Ureters, des Nierenbeckens und der Sammelkanälchen sich entwickeln, geht aus dem medialen Theil der hinteren Wand des Wolff'schen Ganges hervor. Dieser Nierenkanal wächst mit dem blinden Ende kopfwärts und wird bald von einem Zellenhof „Blastem der Niere" umgeben. Es ist möglich, dass die Epithelien des Nierenkanals sich selbst an der Bildung dieses Blastems betheiligen. Nachdem der Nierenkanal in ein enges Rohr, den Ureter und in das weite, mitten in der Nierenanlage gelegene, sich bildende Nierenbecken gegliedert hat, entwickeln sich aus dem letzteren hohle Epithelsprossen, welche radiär gegen die Oberfläche der Nierenanlage vordringen und sich T förmig theilen. Dies sind die Anlagen des Ductus papillares und der Sammelkanälchen. Hiervon gesondert entstehen die becherförmigen Kapseln der Glomeruli, welche erst nachträglich sich mit der Anlage der Sammelröhren verbinden, wobei die übrigen Theile, die gewundenen Kanäle, aus dem Verbindungsstück sich herausdifferenziren. Erst verhältnissmässig spät entstehen die Glomeruli, indem sie, wie wir gesehen haben, von den Ampullen umfasst werden (Kupffer **65**, Riede).

2. Ausfuhrwege der Niere.

Nierenbecken, Ureter und Harnblase besitzen ein eigenthümliches geschichtetes Cylinderepithel. Seine basalen Zellen sind annähernd kubisch, dann kommt eine aus 3—5 Zellenreihen bestehende mittlere Lage.

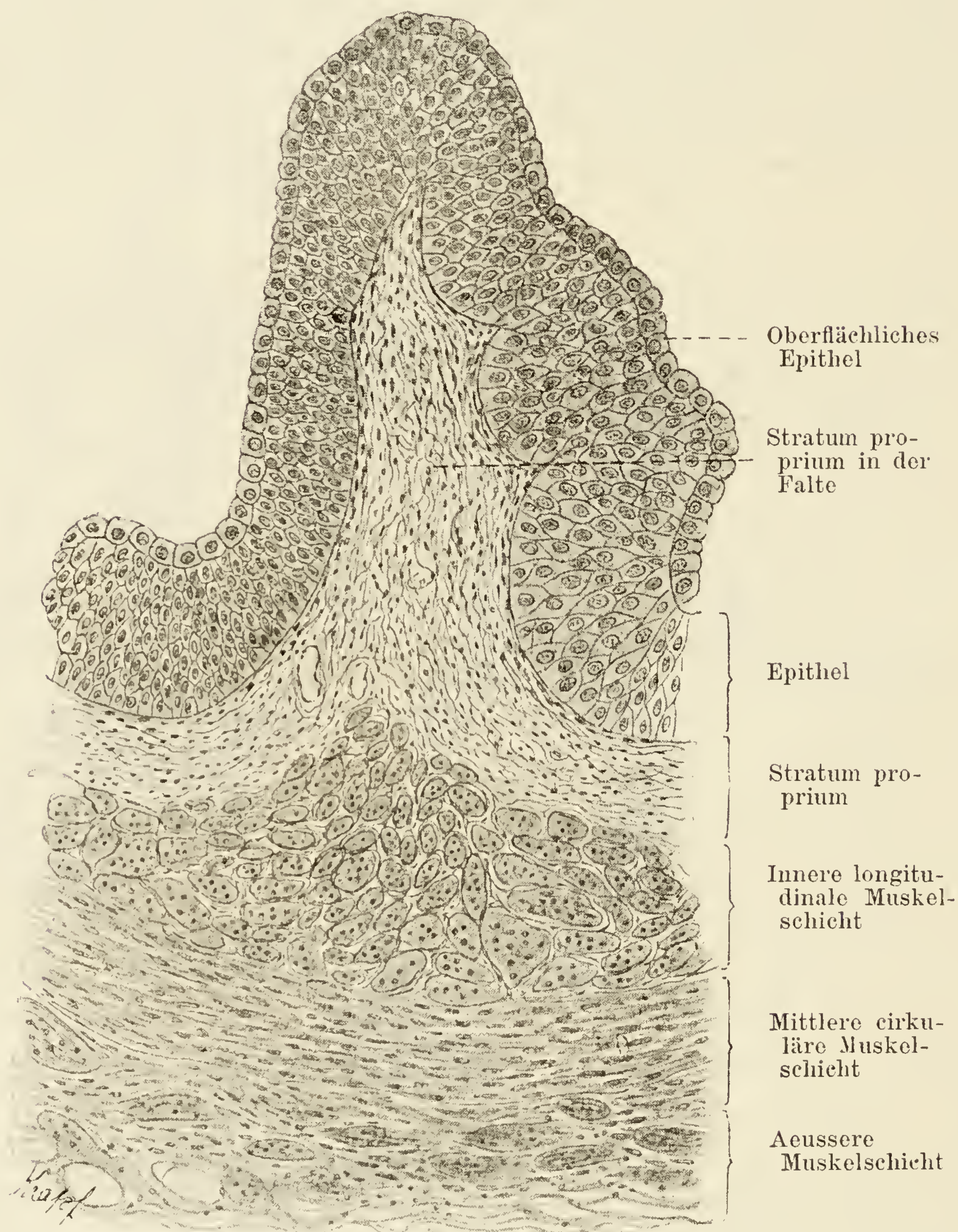


Fig. 176.
Ureter vom Menschen. Untere Hälfte. 140mal vergr.

Die Zellen der letzteren sind verschieden geformt: es kommen hier spindelförmige, unregelmässig polygonale, keulenförmige, mit Fortsätzen und scharfen Kanten versehene Formen vor, welche alle als durch gegenseitigen Druck der Zellen entstanden sich erklären lassen. Die oberflächlichen Zellen, und dies ist für Ureter und Harnblase charakteristisch, haben eine Cylinderform und sind gross. Ihre freien und seitlichen Flächen sind glatt, die untere Fläche ist mit Einbuchtungen, Ausbuchtungen und Fortsätzen versehen, welche

als Abdrücke der unterliegenden Zellen aufgefasst werden müssen. Die oberflächlichen Zellen besitzen sehr oft zwei und mehrere Kerne. Das Epithel der Ausfuhrwege der Niere ist überall im Wesentlichen gleich gebaut.

Die Schleimhaut besteht aus einem Stratum proprium, in dem man nicht selten mehr oder weniger entwickelte lymphoide Formationen findet, welche im Gebiete des Nierenbeckens ausgeprägter erscheinen. Vereinzelte, Schleimdrüsen wurden im Nierenbecken und im oberen Theile des Ureters angetroffen (Gl. pelvis renalis, Gl. mucosae ureteris). Der Ureter besitzt zwei Schichten glatter Muskelfasern: die innere ist longitudinal, die äussere cirkular. Von der Mitte des Ureters an abwärts kommt eine dritte, äussere, annähernd longitudinal verlaufende Muskelschicht hinzu.

Die Harnblase entbehrt ebenfalls der Drüsen und ihre Muskulatur erscheint, namentlich an gedehnten Blasen deutlich, aus netzförmig angeordneten Bündeln zusammengesetzt. Auch hier kann man drei, jedoch nicht scharf von einander gesonderte Muskellagen unterscheiden: die äussere und die innere Schicht sind meridional, die mittlere äquatorial angeordnet. Bemerkenswerth ist die hochgradige Dehnbarkeit des Epithels der harnableitenden Wege, wobei sämmtliche Epithelzellen zu Platten von geringer Höhe gedehnt werden können. Nehmen die Organe ihren früheren Kontraktionszustand ein, so kehren auch die Epithelien zu ihrer früheren Form zurück (vergl. London, Kann).

B. Die Nebenniere.

Die **Rindensubstanz** der Nebenniere entwickelt sich aus einem Theil der Urniere (Genitalstränge), die Marksubstanz dagegen aus Theilen des sympathischen Nervensystems. Beide Substanzen sind bei höheren Wirbelthieren zu einem Organ vereinigt. Die Nebenniere ist von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, welche auch glatte Muskelzellen enthalten soll (Fusari).

Je nach der Beschaffenheit und Anordnung der Zellen unterscheidet man in der Rindenschicht drei Lagen: 1. die Zona glomerulosa, 2. die Zona fasciculata und 3. die Zona reticularis. Diese drei Zonen zusammen präsentiren sich als radiär gestellte Säulen, welche Anordnung durch ein von der Kapsel ausgehendes Septensystem bedingt wird; jedoch nur die mittlere, breitere Zone (2) ist strangförmig angeordnet; die oberflächliche (1) dagegen bildet eine Schicht, in welcher die Elemente zu Ballen gruppirt sind; die tiefe Zone ist netzförmig angeordnet.

Die specifischen Zellen der Rindenschicht sind gekörnt, enthalten mitunter Fetttröpfchen und sind in der Zona reticularis und deren Nachbarschaft pigmentirt. Die Gestalt der Zellen der oberflächlichen Zonen erinnert an die der Cylinderepithelien; die der Zona fasciculata sind unregelmässig polyedrisch.

Die Zellen der **Marksubstanz** sind weniger gekörnt und grösser als die der Rindensubstanz. Sie färben sich mit Chromsäure und deren Salzen intensiv braun, welche Färbung durch Wasser nicht wieder ausgewaschen werden kann, eine Eigenschaft, die schon bei der Anlage dieser Elemente zu Tage tritt und nur wenigen anderen Zellarten eigen ist. Zahlreiche Ganglienzellen, einzeln und zu Gruppen vereinigt, und Nervenfasern sind in dieser Substanz vorhanden.

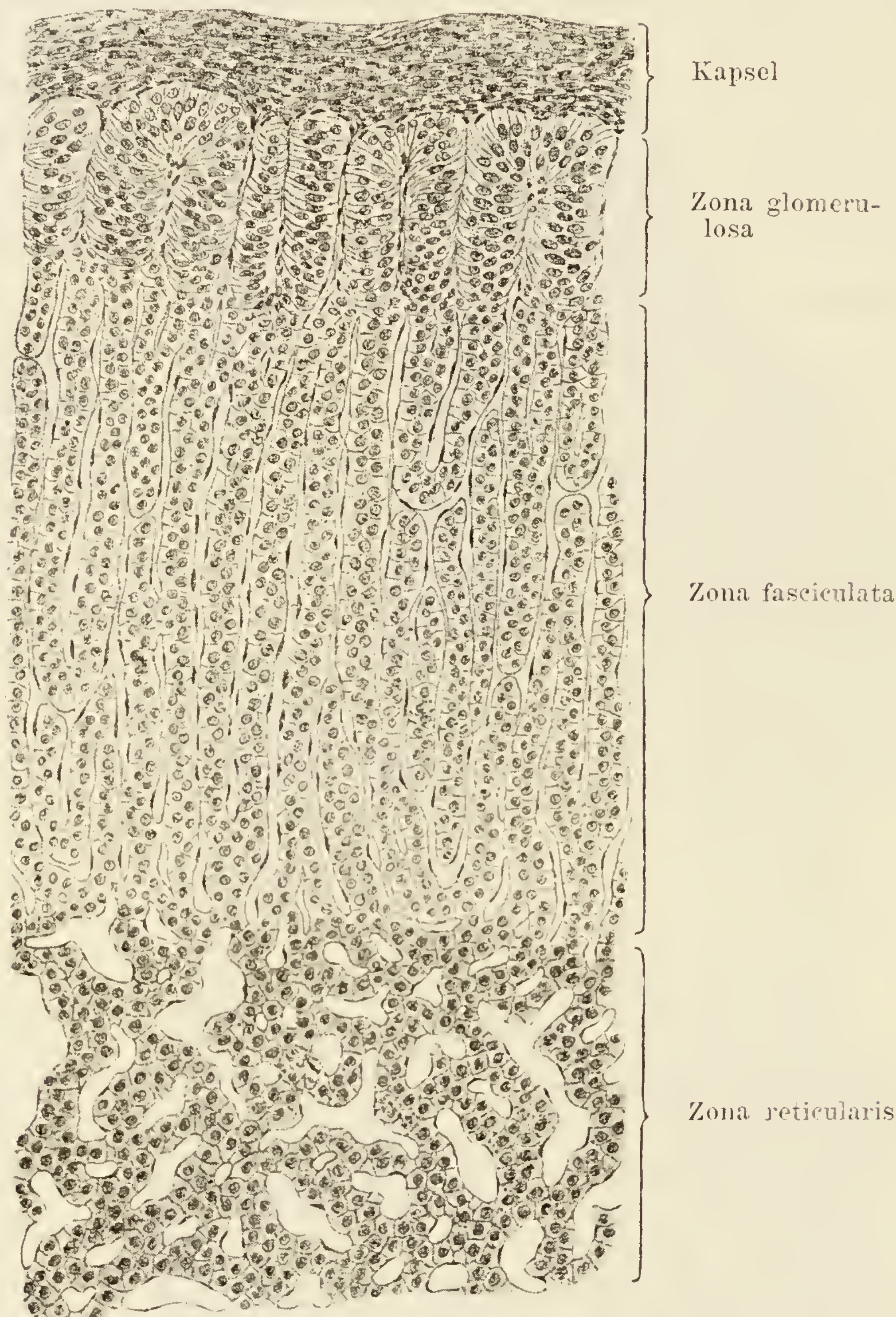


Fig. 177.
Schnitt durch die Rindensubstanz der Nebenniere des Hundes 120mal vergr.

Die **Gefässe** treten an verschiedenen Stellen aus der äusseren Kapsel in die Substanz der Nebenniere ein und bilden hier Kapillarnetze, deren Form sich der Beschaffenheit der einzelnen Schichten anpasst. In der Zona fasciculata sind ihre Maschen langgezogen; in den beiden anderen Zonen sind sie rundlich.

In der Marksubstanz kommt es zur Ausbildung eines **Venenplexus**, aus welchem die grösseren Venen des Organs hervorgehen. Nach **Pfaundler** sollen die Blutgefässe der Nebenniere überall nur aus einer **Tunica intima** (innere Gefässhaut) bestehen.

Was die Nerven der Nebenniere anlangt, so fällt hier der grosse Reichthum der Marksubstanz an Ganglienzellen des sympathischen Typus auf, was auf die Herkunft dieses Theiles der Nebenniere hindeutet. Charakteristisch ist, dass jede Markzelle von reichlichen Ramifikationen der Nerven umgeben ist (**Fusari**). Im Uebrigen vergl. auch **Gottschau**, **Weldon**, **Hans Rabl**, **C. K. Hoffmann** (**92**) und **Pfaundler**.

Untersuchungsmethoden für Harnorgane und Nebenniere.

262. Ueber die Anordnung der Rinden- und Marksubstanz der Niere orientirt man sich an beliebig gehärteten, gefärbten und recht grossen Schnitten, welche in passender Richtung geführt, wenn möglich das ganze Organ umfassen. Will man dagegen feinere Strukturen des Epithels ins Auge fassen, so fixirt man kleinere Stücke in Osmiumgemischen oder in Sublimat.

263. Imprägnationen mit Silbernitrat (Methoden von Golgi oder von Cox) liefern einige Aufschlüsse über die gegenseitigen Beziehungen der Zellen der Harnkanälchen.

264. Um letztere zu isoliren, behandle man dünne Streifen der Nierensubstanz 15—20 Stunden mit reiner Salzsäure von 1,12 spec. Gewicht. (Man nehme hierzu die Stücke einer Niere, welche etwa 24 Stunden nach dem Tode dem Thiere entnommen worden ist.) Sie werden dann in Wasser gewaschen, gezupft und in Glycerin untersucht (Schweiger-Seidel).

Rauchende Salpetersäure von 40 % wenige Stunden auf kleine Stücke angewandt, isolirt die Harnkanälchen unter Umständen in sehr grosser Ausdehnung. Die weitere Behandlung geschieht wie nach Salzsäure. 35 % Kalilauge führt ebenfalls zum Ziele. Die isolirten Stücke lassen sich aber nicht leicht zu Dauerpräparaten verarbeiten.

265. Die Epithelien der Harnkanälchen isolire man und zwar entweder im 1/3 Alkohol (s. T. 128) oder nach R. Heidenhain **83** in 5 % wässeriger Lösung von neutralem, chromsaurem Ammoniak. Bei der letzteren Methode kommen die Stäbchenstrukturen der Epithelien deutlich zum Vorschein.

266. Die physiologische Injektion (Chrzonszczewsky s. T. 245) mit Indigokarmin, in analoger Weise angewandt, wie bei der Leber, füllt die Harnkanälchen, welche dann auf Schnitten weiter untersucht werden können.

267. Die Blutgefässe werden an Injektionspräparaten (die Injektion pflegt bei den Nieren leicht zu gelingen) untersucht. Man injizirt bei grösseren Thieren von der A. renalis, bei kleineren, sammt der ganzen hinteren Körperhälfte, von der Aorta descendens aus.

268. Ureter und Harnblase werden aufgeschnitten, fixirt und in Schnitte zerlegt. Dabei bekommt man Ansichten dieser Organe in kollabirtem Zustande, wobei die gegenseitige Anordnung der Epithelien eine ganz andere als im ausgedehnten Zustande der Organe ist. Um letzteren hervorzurufen, injizirt man die Fixirungsflüssigkeit in den Ureter oder die Harnblase und nach geschehener Unterbindung fixirt in derselben Flüssigkeit weiter.

269. Bei der Untersuchung der Nebenniere kann man die gewöhnlichen Fixationsmittel anwenden; aber chromsäurehaltige Gemische, sei es die Flemming'sche Lösung, die Chromsäure oder die chromsauren Salze, sind bei der Untersuchung dieses Organs von besonderer Bedeutung, weil die Marksubstanz der Nebenniere sich dabei spezifisch braun färbt (ein Verhalten, welches nur bei einigen Zellen der Hypophysis noch wiederkehrt). Diese Braunfärbung findet auch dann statt, wenn die Rinden- und Marksubstanz, wie es bei gewissen Thieren und bei der Entwickelung der Fall ist, völlig von einander getrennt sind. Das in den Zellen der Rinde der Nebenniere vorhandene Fett ist nicht mit dem des übrigen Körpers identisch. Dasselbe löst sich nämlich an mit Osmiumsäure behandelten Objekten in Chloroform und Bergamottöl auf (Hans Rabl).

C. Weibliche Geschlechtsorgane.

1. Das Ei.

Das Produkt der weiblichen Keimdrüsen ist das reife Ei (0,22—0,32 mm Durchmesser), eine Zelle mit dicker, als Zona pellucida bezeichneten Membran (von 7—11 μ Dicke).

Der Inhalt des Eies besteht aus dem Zellkörper, hier Dotter genannt, und dem Kern, hier Keimbläschen (30—40 μ Dm.). Der Dotter besteht aus einem protoplasmatischen feine Fädchen und Netze zeigenden Theil, mit dichterer Anordnung an der Peripherie des Eies und in der Umgebung des Keimbläschens (Protoplasma). Darin finden sich kleine, ungleich grosse, stark lichtbrechende, meist kugelige Körperchen, die in der Regel von der Osmiumsäure nur gebräunt werden, mitunter aber eine echte Fettreaktion zeigen (Dotterkörper).

Das Keimbläschen besitzt eine doppelt konturirte, leicht zu sehende Membran. In seinem Innern finden wir ein spärliches Liningerüst mit wenig Chromatin und konstant einen oder zwei unechte, d. h. aus Chromatin bestehende, relativ grosse Nukleolen (Keimflecke) (7—10 μ Dm.). In den letzteren tritt mitunter sehr deutlich eine weitere Differenzirung in Gestalt eines kleinen, problematischen Körperchens (Vakuole?) auf, welches man das Schrön'sche Korn nennt.

Das Keimbläschen und der Keimfleck wurde früher nach ihren Entdeckern als Purkinje'sches Bläschen, und als Wagner'scher Fleck bezeichnet.

2. Das Ovarium.

Das Ovarium ist zum grössten Theile von Peritonaeum überzogen, dessen Epithel hier aber gewisse Modifikationen zeigt (Keimepithel), welche wir später betrachten werden.

Am Hilusrande hört die peritonaeale Bekleidung auf; hier ist der Ort, wo bindegewebige Elemente des Lig. ovarii proprium in das Ovarium eindringen und das bindegewebige Gerüst desselben, das sogenannte Stroma ovarii bilden.

Schon frühzeitig fängt das Keimepithel an, in das Stroma ovarii einzuwuchern, derart, dass an der Peripherie des Ovariums eine Zone sich herausbildet, welche aus bindegewebigen und epithelialen Elementen besteht; man bezeichnet diese Zone als Rindensubstanz oder als Zona parenchymatosa des Ovariums. Die sich an den Hilus anschliessende Zone besteht (abgesehen von dem bei Thieren vorkommenden Epoophoron) aus Bindegewebe mit zahlreichen elastischen Fasern und glatten Muskelzellen und wird als Marksubstanz oder Zona vasculosa bezeichnet. Diese Bindegewebsformation greift in die Rindenzone über, trennt die epithelialen Elemente derselben voneinander

und steht im Zusammenhang mit einer unmittelbar unter dem Keimepithel gelegenen, beim erwachsenen Weibe deutlich ausgebildeten Tunica albuginea. Bau und Dicke derselben sind variabel; sie ist namentlich bei jugendlichen Ovarien vielfach unterbrochen, lässt aber in ihrer höchsten Entwickelung drei Schichten wahrnehmen, die durch verschiedene Richtungen des Faserverlaufes sich von einander unterscheiden. In der Marksubstanz ist das Bindegewebe langfaserig, in der Rindensubstanz sind die Fasern kurz und in ihrer tiefen, die Follikel (s. u.) bergenden Zone, ist das Bindegewebe sehr zellenreich.

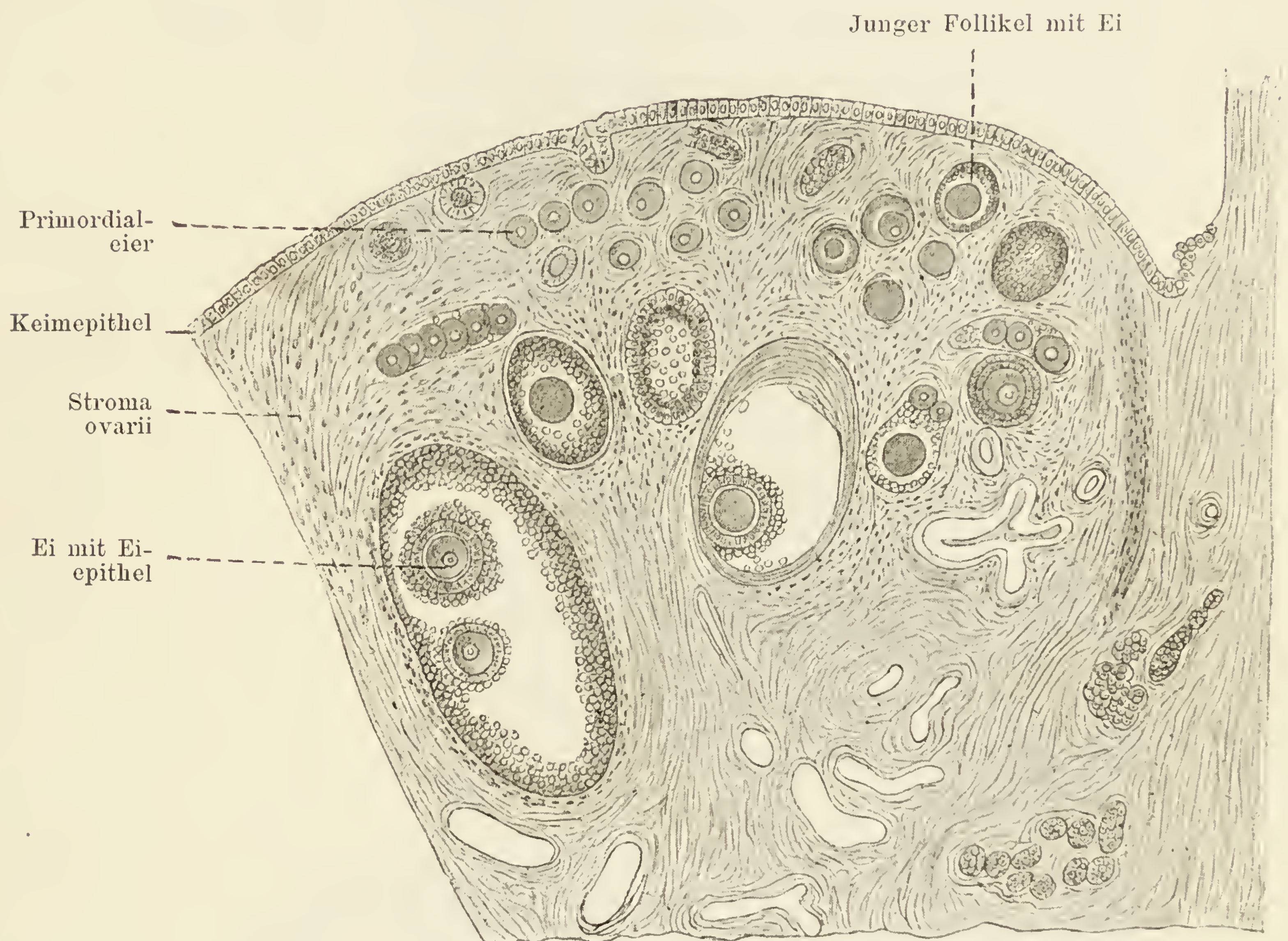


Fig. 178.
Vom Ovarium einer älteren Hündin. Rechts die Sternfigur zeigt einen kollabirten Follikel mit Inhalt. Unten rechts Schläuche des Parovariums. Kopie nach Waldeyer.

Glatte Muskelzellen kommen ausschliesslich in der Marksubstanz vor; sie sind hier zu Bündeln vereinigt, welche die Gefässe begleiten und sie auch scheidenartig umhüllen können (besonders ausgeprägt bei Säugethieren).

Das Keimepithel unterscheidet sich von dem übrigen Peritonealepithel dadurch, dass seine Zellen höher sind, kubisch bis cylindrisch. Dieses Epithel sendet frühzeitig gegen das noch embryonale Bindegewebe solide Wucherungen (Pflüger'sche Schläuche), deren Zellen sehr bald Differenzirungen erkennen lassen: die einen von ihnen behalten zunächst ihre ursprüngliche Beschaffenheit und Form bei, während die anderen grösser werden, sich abrunden und zu jungen Eiern werden; die indifferent gebliebenen, das Ei umgebenden

Zellen sind die Follikelzellen. Diese Differenzirung in Ei- und Follikelelemente kann schon früher, im Keimepithel selbst erfolgen, in welchem dann die grösseren runden Zellen als Ur- oder Primordialeier bezeichnet werden. Bei der weiteren Entwickelung der Rindenschicht des Ovariums, werden die Pflüger'schen Schläuche vom Bindegewebe durchwachsen, derart, dass ein jeder solcher Schlauch in eine Anzahl ungleichwerthiger Abtheilungen zerlegt wird: es ent-



Fig. 179.
Aus dem Ovarium eines jungen Mädchens. 190mal vergr.

stehen dadurch gesonderte epitheliale Nester, welche ihren Zusammenhang mit dem Keimepithel aufgeben und ganz im Bindegewebe eingebettet liegen. Nach der Form und Beschaffenheit dieser epithelialen Nester können sie in verschiedene Gruppen eingetheilt werden: wir haben hier 1. die Pflüger'schen Schläuche selbst; 2. typische Primordialfollikel, d. h. solche, welche nur ein einziges Ei beherbergen (schon bei 28 wöchentlichem Fötus vorhanden);

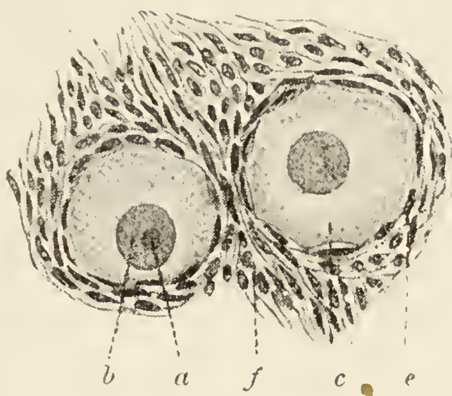


Fig. 180.

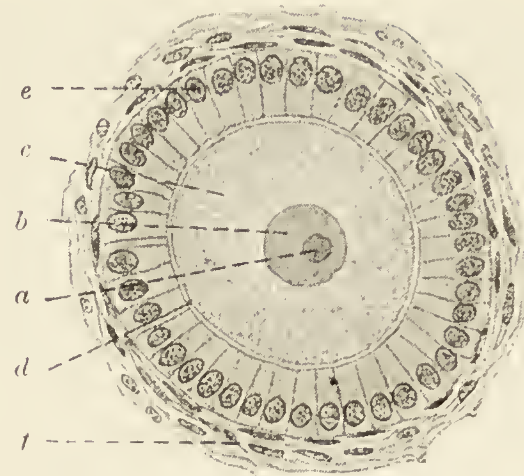


Fig. 181.

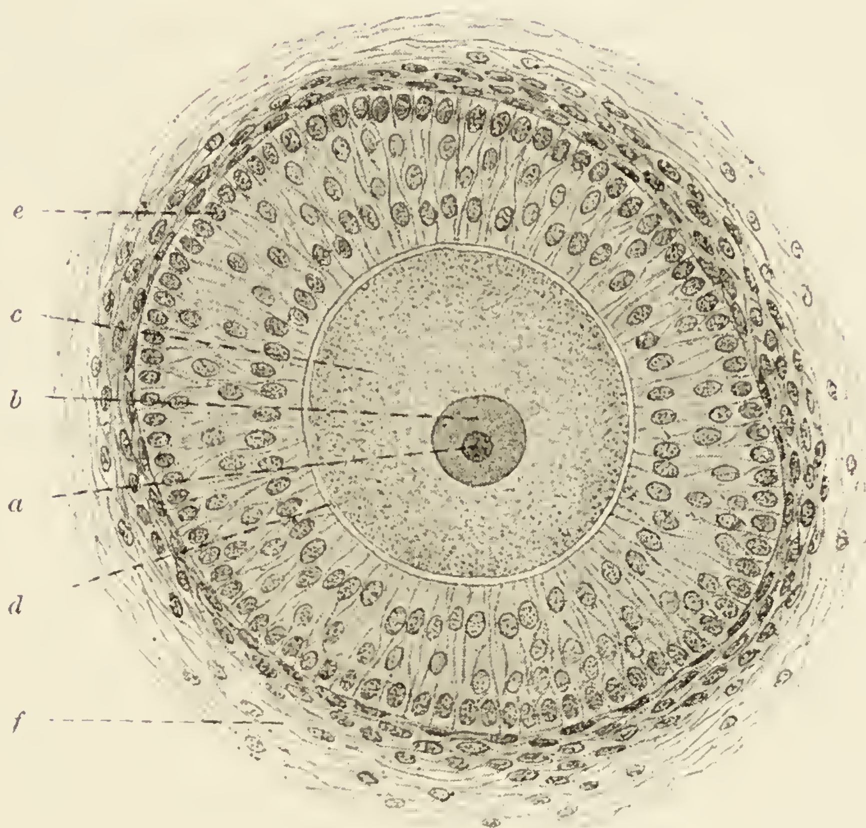


Fig. 182.

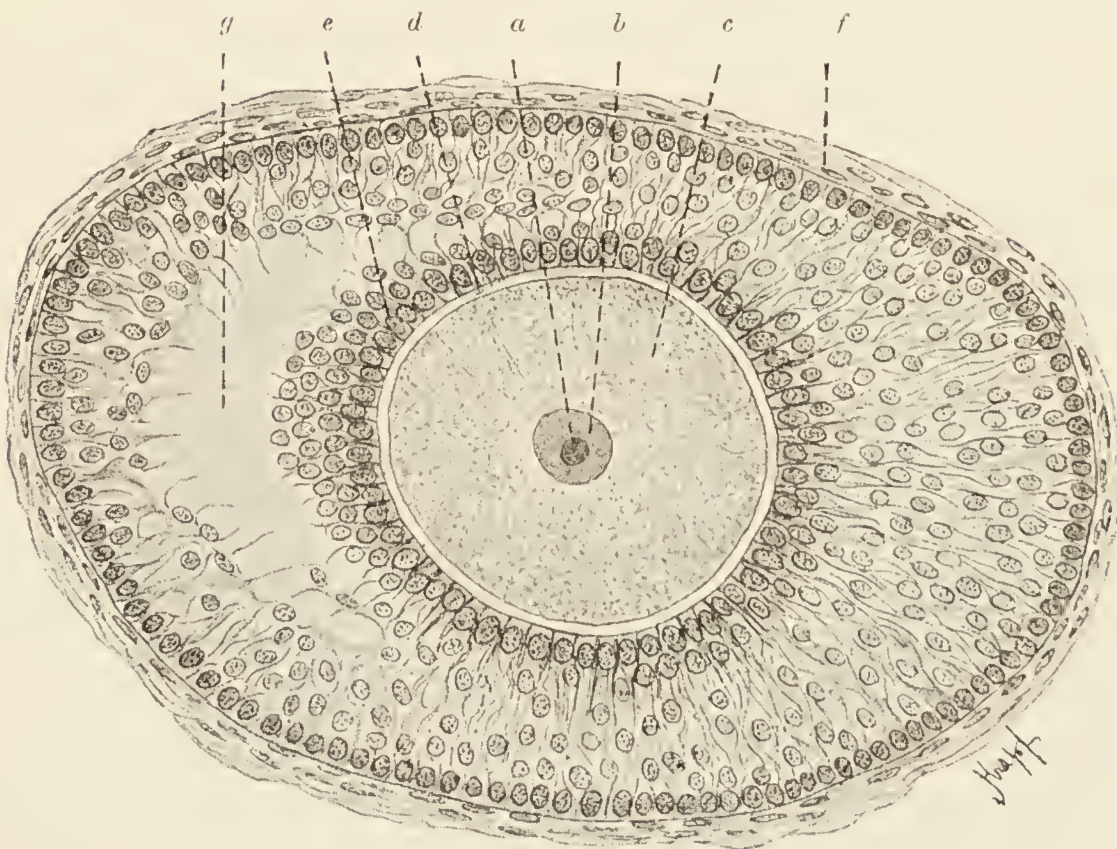


Fig. 183.

Aus Schnitten des Ovariums einer Katze. 225mal vergr.

a Keimfleck; *b* Keimbläschen; *c* Ei; *d* Zona pellucida; *e* Corona radiata; *f* Theca folliculi; *g* eben gebildetes Antrum folliculi (vergl. Fig. 186).

3. atypische, d. h. mehrere, 2—3 Eier enthaltende Follikel; 4. sogenannte Eiballenfollikel, bei welchen eine grössere Zahl von Follikeln eine einzige bindegewebige Hülle besitzt und schliesslich 5. können solche Eiballenfollikel die Form eines länglichen Schlauches haben und werden als abgeschnürte Pflüger'sche Schläuche bezeichnet. Die unter 4 und 5, vielleicht auch unter 3 aufgeführten Formationen werden durch das wuchernde Bindegewebe weiter septirt, wobei es schliesslich zu einer Sonderung in typische Follikel (Folliculus oophorus primarius N.) kommt (Schottländer **91, 93**).

Die jüngsten typischen Follikel bestehen aus einer in der Mitte liegenden, verhältnissmässig grossen Eizelle und aus den letztere in einfacher Schicht umgebenden kleineren kubischen oder cylindrischen Follikelzellen. Das Wachsthum dieses Follikels geht unter mitotischer Vermehrung der Follikelzellen und durch Volumzunahme des Eies vor sich; bald findet sich das Ei durch mehrere Lagen von Zellen umgeben, und kommt in diesem Zellenkomplex excentrisch zu liegen.

In einer gewissen Entfernung vom Ei, ungefähr in der Mitte des ganzen Follikels, entsteht im Follikelepithel, zuweilen an mehreren Orten zu gleicher Zeit, eine mit Flüssigkeit gefüllte Höhle, welche Flüssigkeit einerseits durch Absonderung, andererseits auf Kosten der zu Grunde gehenden Follikelzellen sich bildet; solche mit einer Höhle (Antrum folliculi) versehene Follikel nennt man Graaf'sche, Folliculi oophori vesiculosi N. (Graafi). (Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,5—6 mm.) Diese Höhle dehnt sich unter Vermehrung der Zellen immer weiter aus und umgreift das Ei zugleich mit den dasselbe unmittelbar umgebenden Follikelzellen. Dieser Umwachsungsprozess geht weiter, jedoch bleibt das das Ei bergende Follikelepithel mit dem übrigen, die Wand der Blase bildenden in Zusammenhang.

Das Ei liegt jetzt in einem durch das Follikelepithel gebildeten und in die Follikelhöhle hineinragenden Hügel, dem Cumulus oophorus oder Discus proligerus; das die Wand der Höhle bildende Epithel wird als Stratum granulosum bezeichnet; die Höhle nennt man das Antrum, die darin enthaltene Flüssigkeit — Liquor folliculi. Die das Ei unmittelbar umgebenden Follikelzellen sind höher und werden als Eiepithel (Corona radiata) bezeichnet.

Während das Ei wächst, ändert es auch in mancher Hinsicht seine Beschaffenheit. Im Dotter kann man jetzt zwei Schichten unterscheiden: 1. Eine äussere Schicht: an stark lichtbrechenden, verschieden grossen Körperchen reiche; 2. eine innere Schicht, diese ist durchsichtiger und feinkörniger; in ihr liegt das Keimbläschen. Schon ein mittelgrosses Ei ist von einer sehr breiten, radiär gestreiften Membran — der Zona pellucida umgeben; sie ist vom Dotter durch einen schmalen, perivitellinen Raum getrennt. Ihre Entstehung ist zur Zeit noch nicht in allen Punkten eruirt worden. Wahrscheinlich ist es, dass sie ein Produkt des Eiepithels ist; sie kann im Grossen und Ganzen als eine Cuticularbildung dieser Zellen aufgefasst werden. Jeden-

falls enthält sie zahlreiche, radiär verlaufende Porenkanäle, in welche Fortsätze der Eiepithelzellen sich hineinerstrecken. Diese Fortsätze sind als Intercellularbrücken aufzufassen (Retzius **90**); nach Palladino kommen sie nicht allein zwischen Ei und Eiepithel, sondern auch zwischen den Follikelzellen selbst vor. Beim reifen Ei des Menschen scheinen die Porenkanäle zu fehlen (Nagel); wahrscheinlich haben sie die Ernährung des wachsenden Eies zu vermitteln.

Retzius leitet die Zona pellucida von Fortsätzen der Eiepithelzellen ab, welche um das Ei anfangs ein Netzwerk bilden sollen. In den Maschen dieses Netzwerkes lagert sich die Substanz der Zona ab, geht möglicherweise aus dem Ei selbst hervor.

Neue echte Pflüger'sche Schläuche pflegen sich beim erwachsenen Weibe nicht mehr zu bilden. Einzelne Wucherungen des Keimepithels kommen vor, führen aber, wie es scheint, nur zur Bildung von epithelialen Cysten (Schottländer **93**).

Die Angaben über den Zeitpunkt des Aufhörens der Bildung der epithelialen Nester, resp. der Follikel, sind noch sehr widersprechend. Die Einen lassen den Vorgang mit der Geburt zu Ende gehen, die Anderen nehmen eine Fortdauer desselben bis zum Kindesalter, ja sogar bis zum erwachsenen Weibe an.

Während des Wachsthums des Follikels differenzirt sich das ihn umgebende Bindegewebe zu einer besonderen Hülle, welche man als Theca folliculi bezeichnet. An ihr unterscheidet man zwei Schichten: die äussere derselben, Tunica externa, besteht aus faserigem Bindegewebe und geht kontinuirlich in die innere Schicht über, welche zellen- und gefässreich ist — Tunica interna. In die epitheliale Membrana granulosa dringen die Gefässe nicht ein.

Nach und nach rückt der Follikel an die Oberfläche des Ovariums und durch Eröffnung desselben (Bersten des Follikels) gelangt das Ei in die Leibeshöhle und durch dieselbe in die Tube.

Der wichtige Prozess der Eireifung ist beim Menschen und Säugethieren wenig bekannt, weshalb wir diesen Vorgang am besten von niederen Wirbelthieren schildern wollen, wo derselbe durch die Bemühungen von Rückert (**92. 1**) bei Selachiern und von Born bei Amphibien eingehend studirt wurde.

Das Keimbläschen der Eimutterzellen besteht bei den Selachiern aus den bekannten Bestandtheilen einer Membran, einigen Nukleolen und aus einem deutlichen Chromatingerüst, welches letztere aus etwa 30—36 (Pristiurus) Chromosomen besteht. Die Reifungserscheinungen fangen damit an, dass die Keimbläschenmembran deutlicher und dicker wird und die Nukleolen sich zu einem excentrisch liegenden Haufen zusammenballen; die Chromosomen werden undeutlich, gehen aber während der Reifung nicht verloren, sondern lockern sich nur auf, wobei die einzelnen Mikrosomen ihre Form verändern; sie werden zu Stäbchen oder Scheiben, wachsen aber schliesslich zu Fäden aus, welche ebenfalls aus mikrosomenartigen Gebilden bestehen. Während dessen ist die Anordnung der Chromosomen im Wesentlichen dieselbe geblieben, aber sie liegen jetzt paarig beisammen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist eine Längsspaltung derselben eingetreten. Zur Zeit, wenn das Keimbläschen seine maximale Grösse erreicht hat, verkürzen sich die immer noch paarig liegenden Chromosomen; bei dieser Verkürzung oder Rückbildung durchlaufen die Mikro-

somen im Wesentlichen die gleichen Phasen wieder, nur in umgekehrter Reihenfolge, so dass an Stelle der Fädchen zuerst wieder quere Stäbe, dann einfache Kügelchen sich bilden. „Schliesslich bestehen die Chromatinportionen aus Stäbchenpaaren und manche von ihnen lassen eine Zusammensetzung aus vier parallel gestellten Elementen, wie bei Ascaris, erkennen." — Es hat dieser komplizirte Prozess also höchst wahrscheinlich zu einer Vervierfachung der Chromosomenzahl geführt.

Das Schicksal der Nukleolen ist eng an das der Chromosomen gebunden, vielleicht steht dasselbe in Connex mit dem Stoffwechsel derselben. Die Keimbläschenmembran schwindet allmählich, die Chromosomen liegen frei und ordnen sich zu einer Aequatorialplatte an, worauf zwei Richtungskörperchen abgeschnürt werden (s. unten).

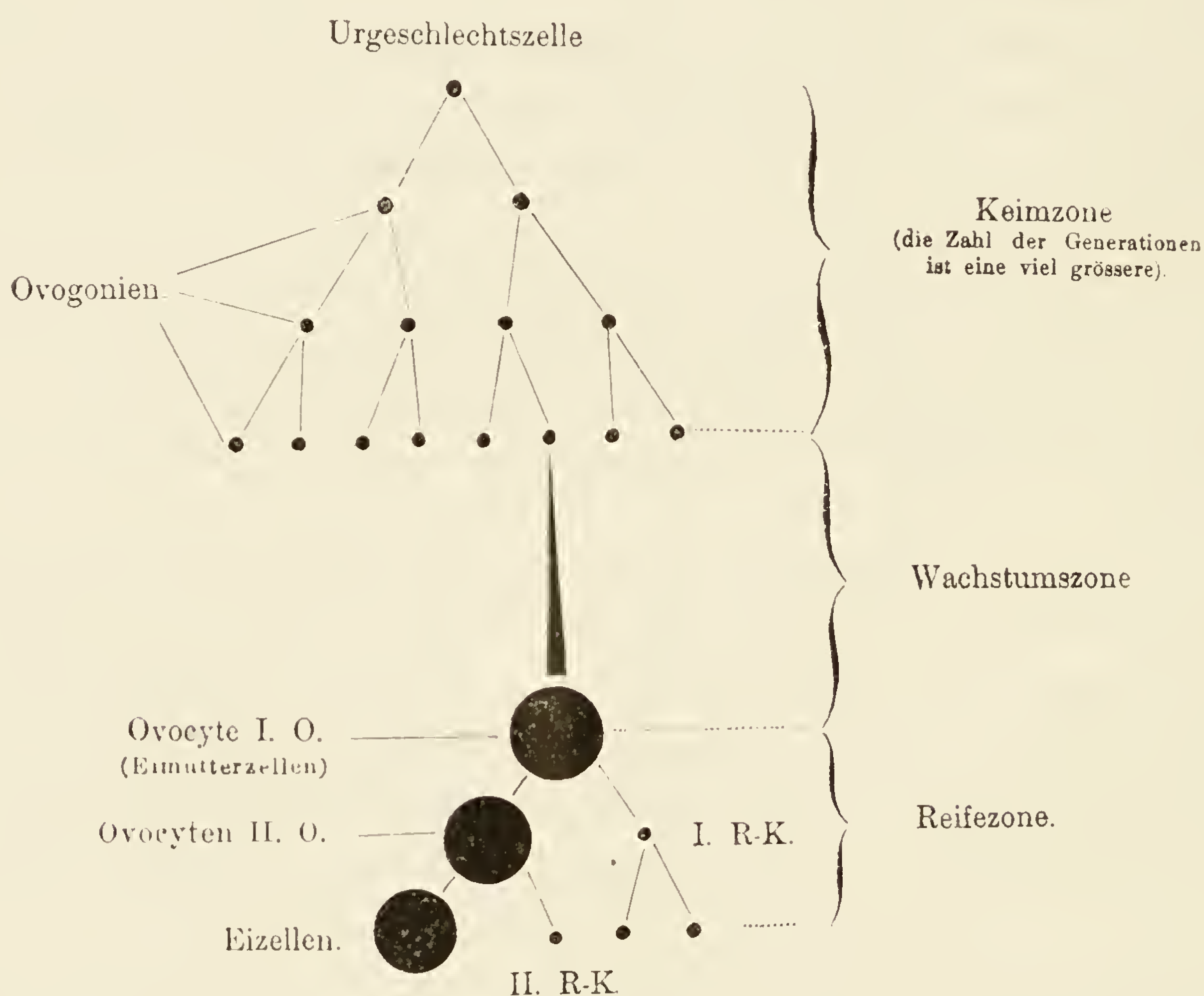


Fig. 184.
Schema der Eibildung und Eireifung bei Ascaris nach Boveri. R-K Richtungskörperchen, O Ordnung. (Ergebn. d. Anat. u. Entw. Bd. 1.)

Das reife, befruchtungsfähige Ei entsteht aus wiederholten Theilungen von Zellen, welche man als Ovogonien (Ureier) bezeichnet.

Es lassen sich bei diesem Vorgang drei Perioden unterscheiden. Die erste Periode, Vermehrungsperiode, umfasst eine Anzahl mitotischer Theilungen der Ovogonien. Die Ovogonien werden dadurch im Allgemeinen kleiner. In der zweiten Periode, Wachsthumsperiode, vergrössern sich die Ovogonien durch Wachsthum und treten hiermit in die dritte oder Reifungsperiode ein. In der letzteren entstehen durch modifizirte zweimalige mitotische Theilungen, ohne eine dazwischentretende Ruhepause, das befruchtungsfähige Ei und die Richtungskörperchen.

Während der dritten Periode ereignet sich die bedeutungsvolle Thatsache, dass nämlich die Chromosomen ihrer Zahl nach reduzirt werden und im be-

fruchtungsfähigen Ei nur die Hälfte der Chromosomen der somatischen Zelle (beliebigen Körperzelle) desselben Thieres vorhanden ist.

Die Art und Weise wie die Reduktion beim am besten bekannten Objekte, den Eiern der Copepoden (Rückert **94**) vor sich geht, wollen wir hier anführen.

Nachdem die letzte Generation der Ovogonien während der Wachsthumsperiode eine ansehnliche Grösse erreicht hat, schicken sich die Zellen zu mitotischen Theilungen an und es bildet sich ein Knäuel (Spirem), welcher nicht in 24 Chromosomen, wie es bei den

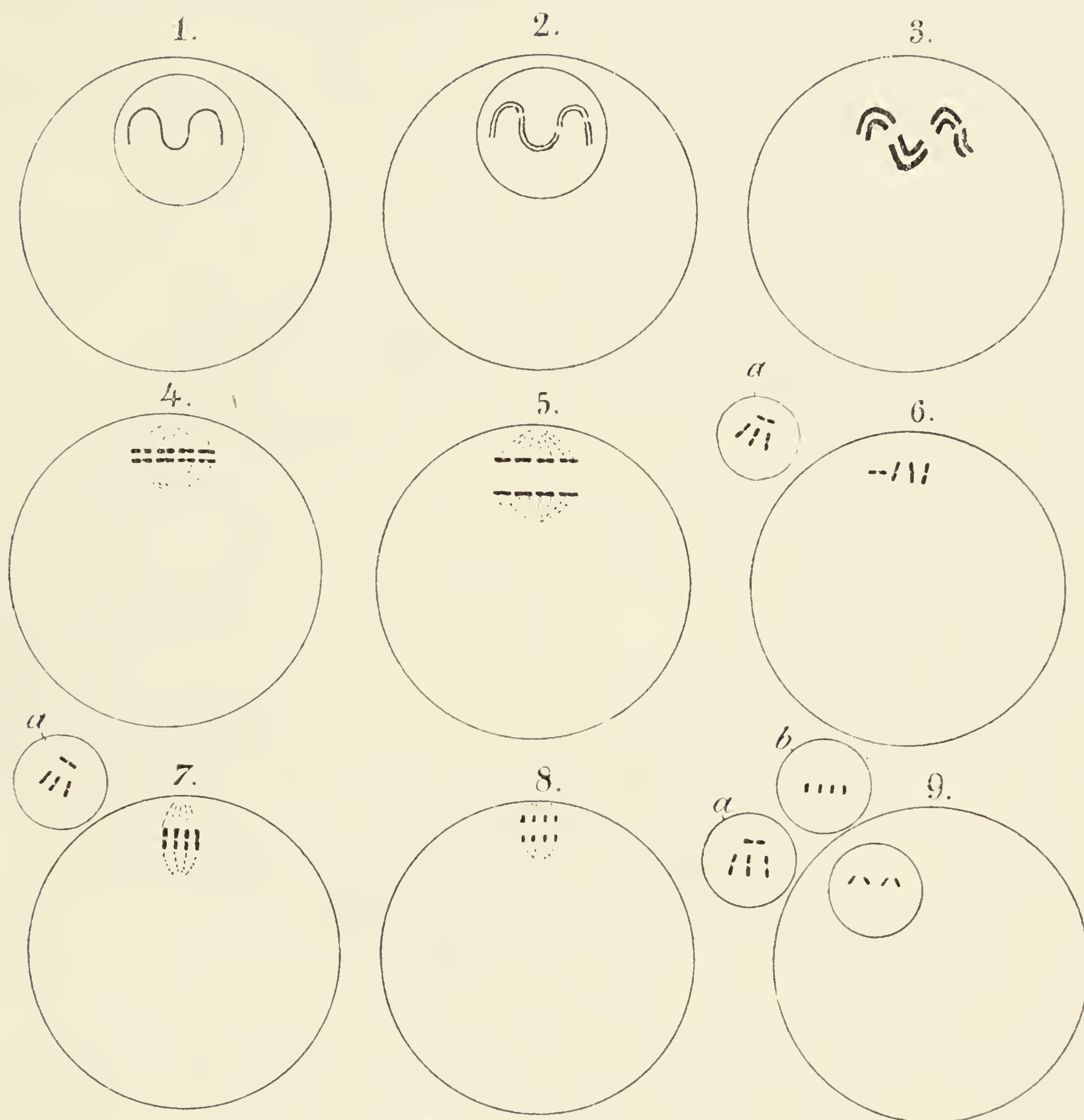


Fig. 185,

Schematische Darstellung des Verhaltens der Chromosomen während der Reifung des Eies. Frei nach Rückert (**94**) Statt 12 Chromosomen zeichnen wir der Einfachheit halber nur 4. *a* erstes, *b* zweites Richtungskörperchen.

somatischen Zellen der Fall ist, sondern in 12 Chromosomen der Quere nach sich theilt. Diese 12 Chromosomen theilen sich alsbald longitudinal, so dass wir innerhalb des Keimbläschen 12 Chromosomenpaare (Schwesterschleifen) erblicken. Die Ovogonien sind hierdurch zu Eimutterzellen (O. Hertwig **90**), Ovocyten I. Ordnung geworden. Sämmtliche Schleifen verkürzen sich nun und theilen sich der Quere nach in zwei gleiche Stäbe, wodurch 12 Vierergruppen, Tetraden, entstanden sind. Es theilt sich nun die Eimutterzelle in zwei ungleiche Stücke, indem die Stäbe der Tetraden in der Weise auf die Tochterzellen vertheilt werden, dass die aus einer Schwesterschleife hervorgegangenen

Stäbchenpaare in die eine, die aus der zugehörigen anderen Schwesterschleife hervorgegangenen in die andere Tochterzelle gelangen. Auf diese Weise entsteht eine grosse Eitochterzelle (O. Hertwig), Ovocyt II. Ordnung, und ein kleines I. Richtungskörperchen. Es sind also in der Eitochterzelle 12 je aus einer Schwerterschleife hervorgegangene Stäbchenpaare geblieben. Ohne Ruhepause erfolgt nun eine zweite inäquale Theilung, wobei die Komponenten der Stäbchenpaare auf die Tochterzellen vertheilt werden, d. h. die beiden aus einer Tochterschleife entstandenen zwei Stäbchen werden hierdurch von einander getrennt. Es entsteht auf diese Weise einerseits die Eienkelzelle, Ovocyt III. Ordnung oder das befruchtungsfähige Ei und andererseits ein zweites Richtungskörperchen.

Besonders auffallend ist bei der zweiten Theilung der Reifungsperiode der Umstand, dass hier nicht durch longitudinale Theilungen der Chromosomen Tochterchromosomen entstehen, sondern durch quere Theilungen auf beide Zellen vertheilt werden.

Ueber die Art und Weise, wie der Follikel berstet und das Ei entleert wird, lässt sich Folgendes angeben. Durch Auflockerung der Stielzellen des Cumulus oophorus löst sich letzterer mit dem Ei von der übrigen Granulosa ab und kommt zunächst in den Liquor folliculi zu liegen. An der Stelle, an welcher der Follikel mit der Albuginea des Ovariums in Berührung kommt, verdünnt sich wohl die letztere wie auch die Theca folliculi; an der gleichen Stelle (Stigma) obliteriren die Blutgefässe und das gesammte Gewebe wird hier atrophisch; es entsteht ein Locus minoris resistentiae, welcher durch geringe Druckerhöhung im Follikel oder in seiner Umgebung einreisst.

Während das Ei entleert wird, bleibt der Rest des Follikels im Ovarium zurück und bildet sich hier zu einem gelben Körper, Corpus luteum, um. Bei der Bildung des viel grösseren Corpus luteum verum, d. h. des Restes eines Follikels, dessen Ei befruchtet worden und in Entwickelung begriffen ist, geht dieser Rückbildungsprozess viel langsamer vor sich, als bei der Bildung der Corpora lutea spuria, deren Eier nicht zur Befruchtung gelangt sind. — Im Corpus luteum ist an Stelle des Liquor folliculi meistens ein Blutcoagulum enthalten, welches aus einem in Folge von Blutgefässrupturen entstehenden Bluterguss sich bildet. Um das Coagulum und die restirenden Granulosazellen, welche nach und nach degeneriren, wuchert das Gewebe der Tunica interna der Theca folliculi; dieses Gewebe enthält Zellen, welche sich mit Pigment füllen (Luteinzellen) und mit die gelbe Farbe verursachen. Allmählich faltet sich die innere Wand des Corpus luteum und der degenerirte centrale Theil wird schliesslich unter Resorption von Zellen der Wandschicht und der Gefässe durchwachsen.

Nun fängt das Gewebe des Corpus luteum selbst, unter Quellung, hyalin zu degeneriren an, ein Prozess, der sich mit einer Narbenbildung vergleichen lässt und schliesslich zur Bildung des Corpus albicans führt; dieses wird resorbirt und es bleibt an seiner Stelle relativ wenig faserreiches Bindegewebe zurück.

Nicht alle angelegten Eier und Follikel gelangen zur Reife; sehr viele davon gehen zu Grunde durch einen Vorgang der Rückbildung, den man als Atresie bezeichnet. In allen Stadien, selbst bei den noch im Keim-

epithel befindlichen Ureiern, kann der Vorgang der Atresie einsetzen, und zwar befällt der Rückbildungsprozess bei Follikeln, in welchen Eier eingeschlossen sind, zuerst stets das Ei selbst, erstreckt sich aber dann auf das Follikelepithel, und ist die Art und Weise der Degeneration beim Follikelepithel und Ei dieselbe. — Das Keimbläschen, resp. die Kerne der Follikelzellen gehen in der Regel auf chromatolytischem Wege zu Grunde, können aber auch ohne sichtbare Chromatolyse schwinden (direkte Atrophie). Der Zellkörper geht meistens durch fettige Degeneration oder aber auf eine Weise, welche als eine „albuminöse Degeneration“ von Pathologen bezeichnet wird, d. h. unter Bildung von Körnelungen, welche keine Fettreaktion, sondern

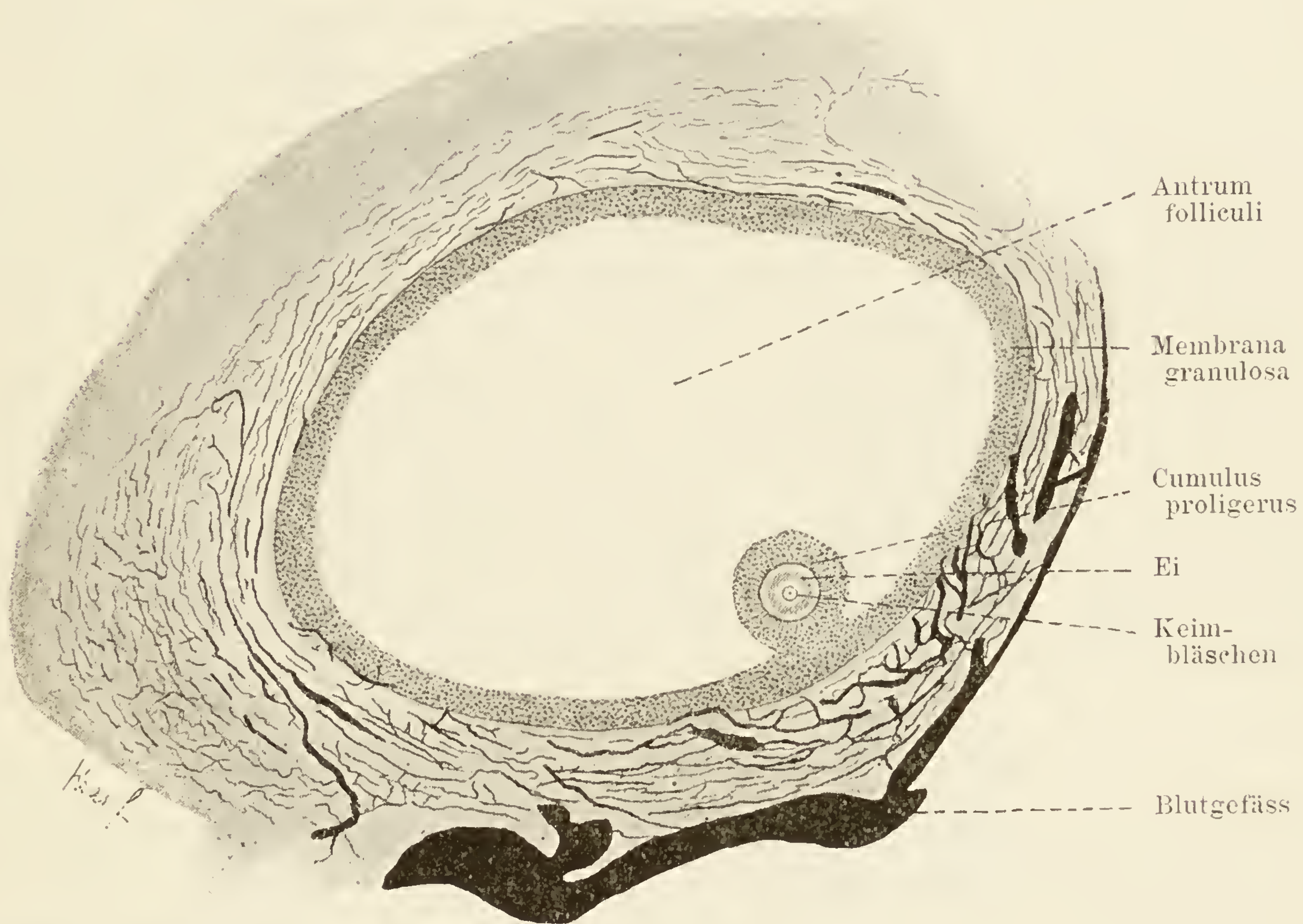


Fig. 186.
Schnitt durch einen reifen Follikel eines injizirten Ovariums vom Schweine. 50mal vergr.

eine Reihe anderer mit Eiweissreaktionen übereinstimmender Reaktionen aufweisen, zu Grunde. Diese beiden Arten der Degeneration führen zu einer Verflüssigung des Zellkörpers und schliesslich zu einer „hyalinen Verquellung“ desselben, wobei der Zellkörper homogen wird. Die Zona pellucida quillt auf, nimmt an Volumen zu, faltet sich und pflegt erst nach langer Zeit resorbirt zu werden. Im weiteren Verlauf geht der Rückbildungsprozess auf dem Wege der Narbenbildung, in analoger Weise wie bei der Rückbildung der gelben Körper weiter, die Tunica interna der Theca wuchert unter Betheiligung von Leukocyten; die Produkte der Degeneration werden resorbirt und schliesslich eine bindegewebige Narbe gebildet (vergl. G. Ruge und Schottländer **91, 93**).

Nach Sobotta (**96** und **97**) bildet sich das Corpus luteum bei Maus und Kaninchen hauptsächlich durch Hypertrophie der epithelialen Zellen, während das gefässführende Bindegewebe der inneren Thecaschicht zwischen die Epithelzellen Fortsätze hineinsendet und zugleich mit Leukocyten um den centralen Bluterguss ein Netz von Zellen herstellt. Schliesslich wird das Blut, ohne Bildung von Hämatoidinkrystallen resorbirt und ein gallertiger Bindegewebskern gebildet. Das Bindegewebe wuchert nicht weiter und das Corpus luteum erhält damit seinen definitiven Bau. Später lagern sich Fettkörnchen in den stark vergrösserten Epithelzellen ab. Aus Follikeln, deren Eier nicht befruchtet worden sind, entstehen bei der Maus Corpora lutea von derselben Struktur und Grösse wie aus jenen deren Eier befruchtet werden.

Die Blutgefässe des Ovariums treten am Hilus ein, verzweigen sich zunächst in der Marksubstanz und bilden an der Peripherie derselben, an der Grenze gegen die Rindensubstanz ein dichtes arterielles Netzwerk; aus diesem dringen Zweige in die Rindensubstanz ein und zerfallen dort in Kapillaren. Ihre Beziehungen zu den Follikeln sind derart, dass in der äusseren Schichte der Theca weitmaschige und in der Tunica interna engmaschige kapilläre Netze gebildet werden (s. Fig. 186). Die Venen sind sehr weit und bilden am Hilus des Ovariums einen Plexus. Die Lymphgefässe sind sehr zahlreich.

Die Nerven halten sich an die Gefässbahnen, diese umspinnend; nur wenige Nerven treten an die Theca folliculi heran, umspinnen den Follikel von allen Seiten, überschreiten aber die Theca selbst nicht, sondern endigen mit oder ohne Endanschwellungen in ihr. Ganglienzellen des sympathischen Typus kommen im Ovarium ebenfalls vor (Retzius **93**, Riese, Gawronski).

3. Tuba uterina (Fallopii), Uterus, Vagina.

Die Tube wird von der Schleimhaut, der Muskelschichte und von einem Peritonealüberzug gebildet.

Die Schleimhaut zeigt ein System longitudinal verlaufender Falten, die sehr zahlreich sind und oft ineinander übergehen. Frühe angelegt und besonders stark ausgebildet sind vier Falten, welche man im Isthmus ohne besondere Mühe, auch beim erwachsenen Weibe erkennen kann. Es sind dies die Hauptfalten, im Gegensatz zu den übrigen, die man als Nebenfalten bezeichnen kann (Frommel). Im Isthmus, wo die Nebenfalten ebenfalls sehr entwickelt sind, legen sie sich so aufeinander, dass man mit blossem Auge gar kein Lumen wahrnimmt.

Das Epithel ist ein einschichtiges, flimmerndes und kleidet alle Unebenheiten und Faltungen aus. Drüsen, wenn man nicht die Buchten zwischen den Falten als solche bezeichnen will, kommen im Ovidukte nicht vor.

Das unter dem Epithel liegende Stratum proprium ist faserarm, aber zellenreich. Im Isthmus ist es kompakt, in der Ampulle und im Infundibulum locker und gefässreich und wird von einer Muscularis mucosae, deren Fasern longitudinal verlaufen und sich z. Th. in die

Hauptfalten, nicht aber in die Nebenfalten erstrecken, nach aussen begrenzt. Auf eine als Tunica submucosa zu bezeichnende Schicht folgt eine äussere Muscularis, welche aus einer inneren cirkulären und einer äusseren, schwächeren longitudinalen Lage besteht. Letztere ist in der Ampulle vielfach unterbrochen und kann im Infundibulum ganz fehlen.

Im Uterus unterscheiden wir analoge Theile, welche aber hier im Corpus und Cervix gewisse Modifikationen erleiden. Das Epithel ist in beiden Theilen ein einschichtiges flimmerndes, ist jedoch im Cervix am höchsten. Barfurth (**96**) fand im Uterusepithel von Meerschweinchen und

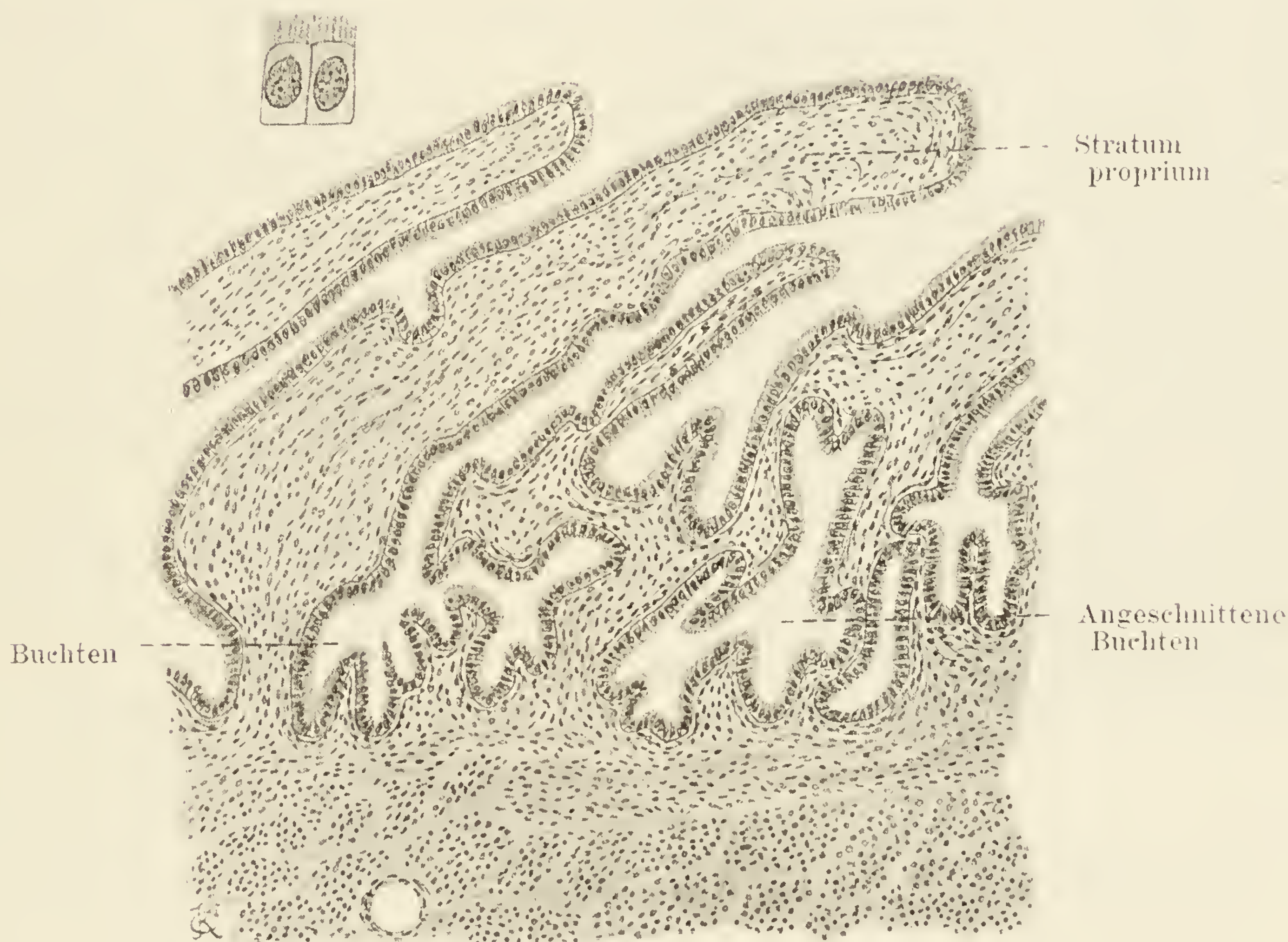


Fig. 187.
Schnitt aus der Tube eines jungen Weibes. Links oben stärker vergrösserte flimmernde Epithelien aus derselben Tube. 170mal vergr.

Kaninchen Intercellularbrücken. Die Drüsen des Uterus sind verzweigte tubulöse Drüsen, deren Zellen ebenfalls flimmern. Im Cervix kommen aber ausser diesen Drüsen noch eigenthümliche kurze, mit seitlichen Ausbuchtungen versehene vor; ihr Lumen ist grösser, ihr Epithel höher. Besonders zahlreich ist diese letztere Art von Drüsen in der Region der Plicae palmatae vertreten (Overlach).

Drüsen kommen im Cervix ziemlich gleichmässig vertheilt vor, sie erstrecken sich bis zum Orificium externum, an welcher Stelle bei jungfräulichen Uteri das Flimmerepithel in der Regel in ein geschichtetes Pflasterepithel übergeht.

Bei Weibern, die geboren haben, erstreckt sich das Pflasterepithel bis in den Cervikalkanal und kann, zuweilen mit Unterbrechungen (Inseln von Flimmerepithel), im ganzen unteren Drittel des letzteren angetroffen werden. Letzteres Verhalten ist Schwankungen unterworfen, so dass zuweilen auch bei Kindern der untere Theil des Cervikalkanales Pflasterepithel trägt.

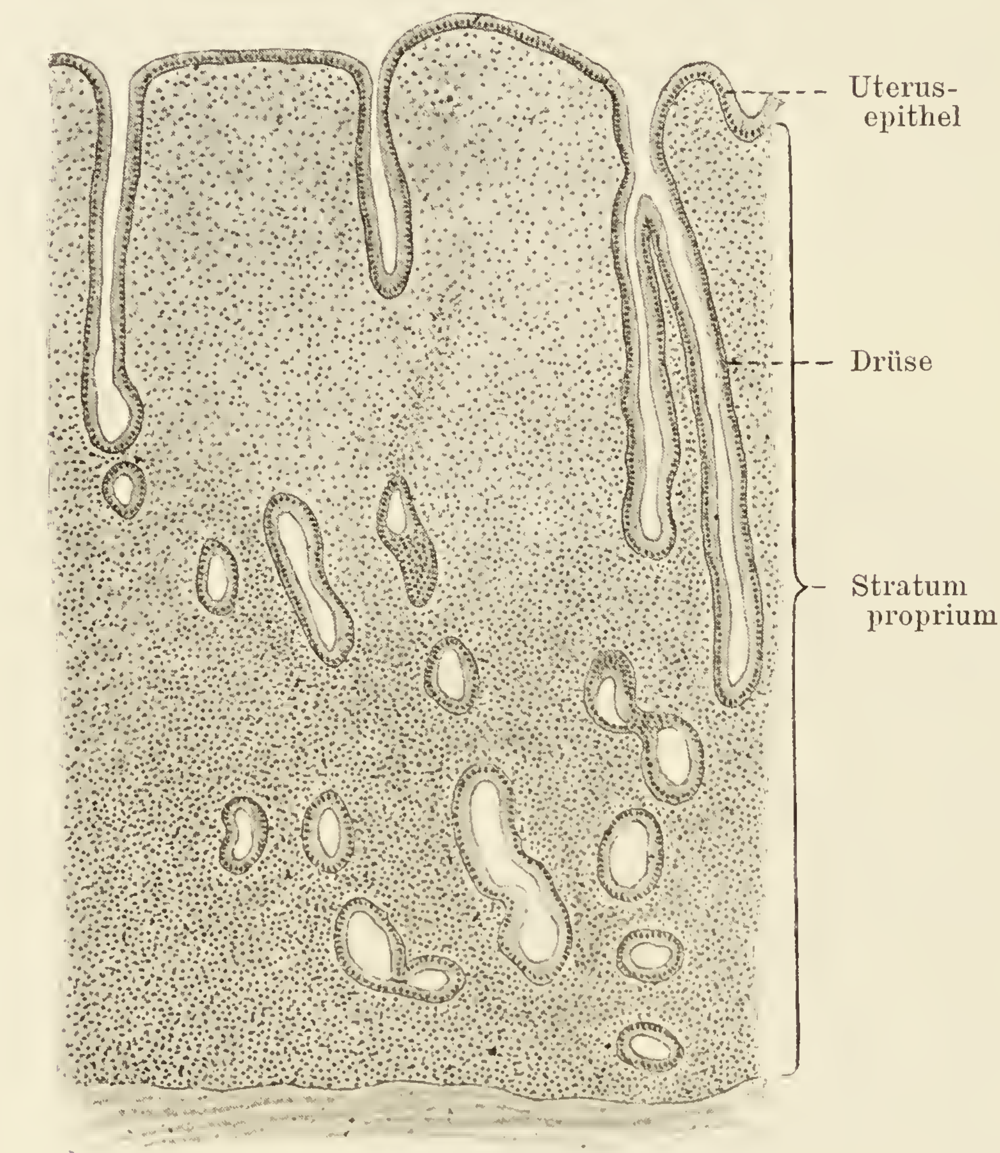


Fig. 188.
Aus dem Uterus eines jungen Weibes. 34mal vergr. Nach einem Präparat von Dr. J. Amann.

Oberhalb der Plicae palmatae sind die Drüsen zahlreich; nach abwärts nehmen sie allmählich an Zahl ab. Im normalen Zustande ist die Menge des Sekrets dieser Drüsen eine sehr geringe.

In der Region der Plicae palmatae, zwischen und auf denselben, kommen Zotten (Papillen) vor, welche von einem etwas niedereren Epithel überkleidet zu sein pflegen.

In der Schleimhaut der Cervixregion sind eigenthümliche, von allen Seiten abgeschlossene, verschieden grosse, von einfachem cylindrischen oder flimmerndem Epithel bekleidete Räume, die sogenannten Ovula Nabothi vorhanden, welche wahrscheinlich als Cystenbildungen aufzufassen sind. (Vergl. A. Martin.)

Man unterscheidet drei Muskellagen sowohl im Corpus als in der Cervix uteri: eine innere longitudinale, eine mittlere wesentlich cirkulär verlaufende, in welcher die Hauptgefässe gelegen sind und eine äussere, deren Fasern, wie in der inneren Muskelschichte, longitudinal verlaufen. Die innere und die äussere Schicht werden der Lage nach als Stratum mucosum und Stratum serosum, die mittlere gefässreiche als Stratum vasculosum bezeichnet. Die innere und äussere Muskellage sind im Verhältniss zur mittleren Schicht nur schwach entwickelt.

Die verwickelten Verhältnisse der Uterusmuskulatur können besser verstanden werden, wenn man ihre Entstehung berücksichtigt. Als ursprüngliche Stammuskulatur des Müller'schen Ganges ist die Ringmuskulatur zu betrachten. Die äussere longitudinale Muskelschicht der Serosa tritt später auf und ist von der Muskulatur des Lig. latum abzuleiten. Zwischen diesen beiden sind nun die grossen Gefässe, von einer Muskulatur be-

gleitet, gelegen, — Verhältnisse, welche zeitlebens, z. B. bei Raubthieren, persistiren. Beim Menschen werden die Gefässe jedoch in die Ringmuskulatur einbezogen und es tritt erst später die innere Muskelschicht auf. Eine wahre Muscularis mucosae uteri ist beim Menschen nicht vorhanden (Sobotta **91**).

Was die Richtung der Flimmerung in der Tuba und im Uterus anlangt, so wurde bisher von Gynäkologen angenommen, dass sie in beiden Organen dem Ostium uterinum tubae zugewandt ist. Nach neueren Untersuchungen kommen die älteren Angaben der Anatomen zu Ehren, nach welchen die Flimmerung im Uterus, ebenso wie im Ovidukt, auch beim Menschen scheidenwärts gerichtet ist (Hofmeier).

An der Scheide unterscheiden wir ebenfalls drei Schichten: 1. die Schleimhaut, 2. die Muskelschicht und 3. eine äussere Faserhaut. — Das Epithel der Schleimhaut ist ein mehrschichtiges Pflasterepithel (auch hier, wie gewöhnlich, mit einer aus cylindrischen Zellen bestehenden basalen Lage), welches gleichmässig die Unebenheiten überzieht. Gefässtragende Papillen, welche am Grunde zwischen den Columnae rugarum zu fehlen pflegen, sind sonst überall vorhanden. Es kommen keine Drüsen, oder höchstens nur vereinzelte, in der Scheide vor, wohl aber kommt es zu Anhäufungen von lymphoidem Gewebe und manchmal sogar zur Ausbildung von Lymphknoten (Noduli lymphatici vaginales N.) im Stratum proprium.

Nach v. Preuschen und C. Ruge sollen in der Vagina vereinzelte Drüsen vorkommen. Es sind dann verhältnissmässig einfache, unregelmässige Schläuche, die aus flimmerndem Cylinderepithel bestehen. Der Ausführungsgang hat, wie die Scheide, geschichtetes Pflasterepithel.

Nach unten wird der obere Theil der Scheide vom Hymen abgeschlossen, welche Membran als Rest der Scheidewand zu betrachten ist, welche bei Embryonen zwischen dem ampullär erweiterten Endabschnitt der verschmolzenen Müller'schen Gänge und dem Ektoderm des Sinus urogenitales besteht. Demnach hat das innere Epithel des Hymens den Charakter des Scheidenepithels und das äussere den der äusseren Haut (G. Klein.)

Das Stratum proprium der Vagina besteht aus auffallend groben, sehr viele elastische Fasern enthaltenden Bindegewebefasern. — Die Muscularis, welche im unteren Abschnitte stärker entwickelt ist, wie im oberen, lässt, wenn auch nicht in deutlicher Ausprägung, eine äussere longitudinale und eine innere Ringmuskulatur erkennen; letztere ist in der Regel schwach ausgebildet, kann auch ganz fehlen. Besonders stark ist die Muscularis vorn an der Harnblasengrenze, entwickelt. — Die äussere Faserschicht besteht aus dichterem Bindegewebe, welches, locker werdend, sich mit dem der Umgebung verbindet.

Das Epithel des Vorhofes nimmt allmählich den Charakter des Hautepithels an; seine äusseren Zellen werden kernlos; Talgdrüsen kommen namentlich in der Umgebung der Urethralöffnung und in der Umgebung der kleinen Schamlippen vor. An der äusseren Fläche der grossen Schamlippen treten Haare auf.

Die Clitoris ist ebenso gebaut wie der Penis; indessen fehlt hier das Corpus cavernosum urethrae. An der Clitoris der Erwachsenen kommen keine Drüsen vor.

Die Bartholini'schen Drüsen des Weibes sind den Cowper'schen des Mannes vollständig analog gebaut.

Die Blutgefässe des Uterus entstammen verschiedenen Arterien, der A. uterina, spermatica int. und ext. und treten seitlich in den Uterus ein. Sie verzweigen sich besonders reichlich in der mittleren Muskellage; einige Gefässe treten durch die innere Muskelschicht hindurch, um in der Schleimhaut, unmittelbar unter dem Epithel, ein die Drüsen umspinnendes, engmaschiges Kapillarnetz zu bilden. Die venösen Stämmchen bilden in der Tiefe der Schleimhaut einen Venenplexus, der besonders stark in der Cervix und namentlich am Muttermunde ausgebildet ist. Ein weiterer, stark entwickelter venöser Plexus befindet sich in der mittleren Muskelschicht. Erst aus diesem entstehen stärkere Venen, welche in den Plexus uterinus resp. in die Vv. spermaticae sich ergiessen.

Die Nerven sind in der Tube und im Uterus sehr zahlreich und bilden sowohl in der Muskulatur, als auch in der eigentlichen Mukosa dichte plexusartige Ausbreitungen. Unmittelbar unter dem Epithel breiten sie sich ebenfalls flächenhaft aus und kann man Nervenfäserchen zwischen die Epithelzellen selbst eindringen sehen. — Aehnliche Verhältnisse gelten auch für das Epithel der Uterindrüsen. — Auch im Epithel der Scheide sind Nerven nachgewiesen worden, welche zwischen den Epithelzellen mit oder ohne Anschwellungen enden (vergl. Gawronski). — Im Verlauf aller dieser Nerven trifft man Ganglienzellen vom sympathischen Typus an. In den Papillen der Glans clitoridis befinden sich ausser gewöhnlichen Tastkörperchen noch sogenannte Genitalkörperchen. Den gröberen Nerven der Clitoris sitzen mitunter zahlreiche Pacini'sche Körperchen auf.

An verschiedenen Stellen der Marksubstanz des Ovarium, in der Mehrzahl der Fälle jedoch in der Nähe des Hilus ovarii, sind unregelmässige epitheliale Stränge oder Röhrchen mit cylindrischem oder Flimmerepithel anzutreffen, welche das Paroophoron bilden. Es sind Ueberbleibsel der Urniere und sind Fortsetzungen jenes rudimentären Organes, welches im oberen Theile des Ligamentum latum liegt, des Epoophorons. Die einzelnen Röhrchen des Epoophorons stehen in Beziehung zum Gartner'schen Gang (Wolff'scher Gang), der beim Menschen kurz ist, blind endigt und niemals, wie bei gewissen Thieren, in die untere Partie der Vagina einmündet. Diese Derivate der Urniere bestehen aus kürzeren oder längeren blindendigenden Schläuchen, die mit flimmerndem Epithel, dessen Zellen oft in Zerfall angetroffen werden, ausgekleidet sind.

Die Hydatides Morgagnii (Appendices vesiculosi N.) sind peritoneale Duplikaturen.

D. Männliche Geschlechtsorgane.

1. Das Spermatosom (Spermatozoon).

Der Samen (Sperma, Semen) besteht aus einer Flüssigkeit, die im Wesentlichen ein Sekret von verschiedenen, später zu erwähnenden Drüsen ist und aus darin suspendirten sogenannten Samenfäden (Spermatosomen oder Spermatozoen). Die letzteren bilden sich im Hoden aus.

Wir wollen zunächst den Bau des fertigen Spermatosoms kennen lernen, und zwar nach einem Schema, an welchem wir die den Spermatozoen im Allgemeinen zukommenden Theile aufzählen wollen.

Zunächst unterscheiden wir drei Haupttheile: 1. den Kopf, 2. das Mittelstück und 3. den Schwanz (Geisselfaden).

Am Kopfe lässt sich ein Spiess und ein Hauptstück unterscheiden, welch' letzteres aus Chromatinsubstanz besteht und bei der Befruchtung

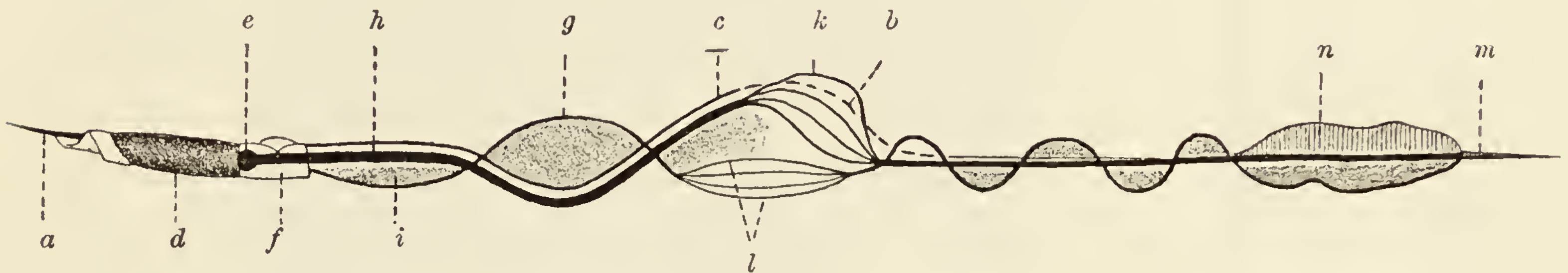


Fig. 189.

Schema eines Spermatosoms, in welchem die meisten bei verschiedenen Wirbelthieren gemachten Befunde berücksichtigt sind.

a Spies; *b* Segmente des Nebenfadens; *c* Nebenfaden; *d* Hauptstück; *e* Endknöpfchen; *f* Mittelstück; *g* Randfaden; *h* Achsenfaden; *i* undulirende Membran; *k* Fibrillen des Achsenfadens; *l* Fibrillen des Randfadens; *m* Retzius'sches Endstück; *n* Steuermembran.

die Hauptrolle spielt. Das Mittelstück, das sich dem hinteren Theile des Kopfes anfügt, besteht aus einem Protoplasmamantel, dessen Achse vom sogenannten Achsenfaden durchsetzt wird; vorne am hinteren Ende des Kopfes bildet er eine knopfförmige, in eine Delle des Kopfes eingepasste Anschwellung, das Endknöpfchen. Von dem Mittelstück aus setzt sich der Achsenfaden kontinuirlich in den Schwanz des Spermatosoms fort und ist hier von einer helleren Substanz, der Achsenfadenscheide umgeben. An der Spitze des Schwanzes fehlt die Hülle, der Achsenfaden läuft nackt aus und bildet das sogenannte Retzius'sche Endstück. Am Mittelstück entspringt ein feinerer Faden, der Randfaden, der in einer gewissen Entfernung vom Achsenfaden bis zum Retzius'schen Endstück verläuft. Er durchkreuzt in seinem Verlaufe vielfach den Achsenfaden, kann sogar um denselben spiralig gewunden sein. In allen Fällen ist er mit der Hülle des Achsenfadens durch eine feine Membran, die undulirende Membran, verbunden. Ein anderer dünnerer Faden, Nebenfaden verläuft parallel dem Achsenfaden, an der Oberfläche seiner Scheide, und endet in einer gewissen Entfernung vom Endstück. Am Ende der Geissel, unmittelbar vor dem Endstück

und der undulirenden Membran entgegengesetzt liegend, befindet sich ebenfalls eine kurze Membran, die Steuermembran. — Durch Macerationen lassen sich der Achsen- und Randfaden in feinste Fibrillen zerlegen (Ballowitz). Der Nebenfaden zerfällt unter den gleichen Bedingungen in kurze Segmente der Quere nach.

Bei den Säugethieren, und namentlich beim Menschen, scheinen die Spermatosomen einfacher gebaut zu sein. Der Kopf ist hier birnförmig und seitlich komprimirt; der sich verdünnende vordere Theil des Kopfes ist seitlich komprimirt, wobei in jeder Einbuchtung eine der Länge nach gerichtete Erhabenheit sich vorfindet (s. Fig. 190). Einige Säugethiere (z. B. die Maus) besitzen am Kopfe eine sogenannte, dem Spiess zu homologisirende Kopfkappe. Das Mittelstück (Maus) ist verhältnissmässig lang und lässt eine deutliche Querstreifung erkennen, welche man auf einen spiraligen Bau zurückführen kann. Auch hier wird das Mittelstück durch den Achsenfaden durchsetzt, der am Kopfe mit einem Endknopf endigt und auch bei anderen Säugethieren sich mitunter in Fibrillen zerlegen lässt. Gibbes hat vor Jahren an menschlichen Spermatosomen eine undulirende Membran beschrieben, ein Befund, der von W. Krause (81) bestätigt wurde.

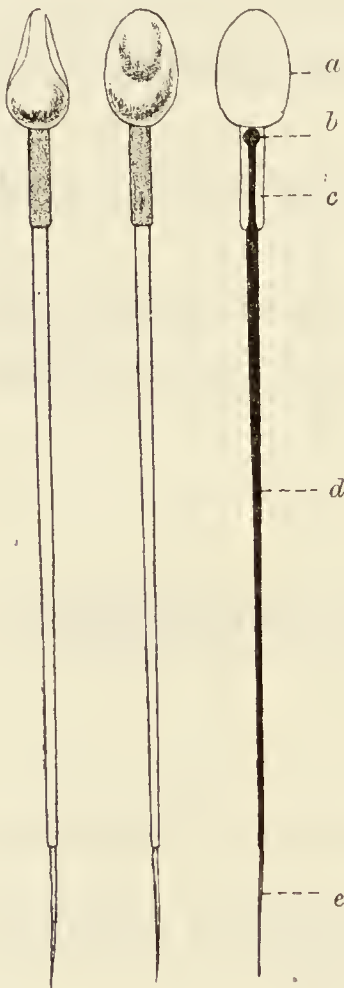


Fig. 190.

Spermatozoen des Menschen. Die beiden links gelegenen nach Retzius (81). Das linke von der Kante, die beiden rechten von der Fläche aus gesehen. Am rechts gelegenen sind die Befunde Jensen's eingetragen.

a Kopf; *b* Endknöpfchen; *c* Mittelstück; *d* Schwanz; *e* Retziussches Endstück.

Die Spermatosomen sind beweglich; vermittelst ihrer Geissel vollführen sie spiralige, bohrende Bewegungen. Sie zeichnen sich durch eine grosse Lebenszähigkeit aus, sind namentlich gegen Einwirkungen niederer Temperaturen sehr resistent (vergl. Piersol). Bei einigen Fledermäusen dringen sie in die Tube der Weibchen im Herbste ein, befruchten aber erst im Frühjahr die reif werdenden Eier. (Ueber den Bau der Spermatosomen vergl. Jensen, Ballowitz.)

Der Kopf des menschlichen Spermatosomen ist 3—5 μ lang, 2—3 μ breit; das Mittelstück 6 μ lang, 1 μ breit; der Schwanz 40—60 μ lang, das Endstück 6 μ lang.

2. Der Hode.

Ueber den Bau des Hodens orientirt man sich am besten an einem sagittalen Längsdurchschnitt.

Schon bei schwacher Vergrösserung sieht man, dass der Hode aus einer grossen Anzahl von Läppchen besteht. Die letzteren entstehen dadurch, dass

die den Hoden umhüllende Tunica albuginea, Fortsätze, Septula testis, in die Substanz desselben hineinsendet, welche gegen eine verdickte, am Nebenhoden liegende Stelle, Corpus Highmori (Mediastinum testis N.), radienartig konvergiren.

Diese Läppchen bestehen zum grössten Theile aus den sogenannten Hodenkanälchen (Tubuli seminiferi), deren Quer-, Schräg- und Längsdurchschnitte man an dem erwähnten Sagittalschnitte bei stärkerer Vergrösserung sieht.

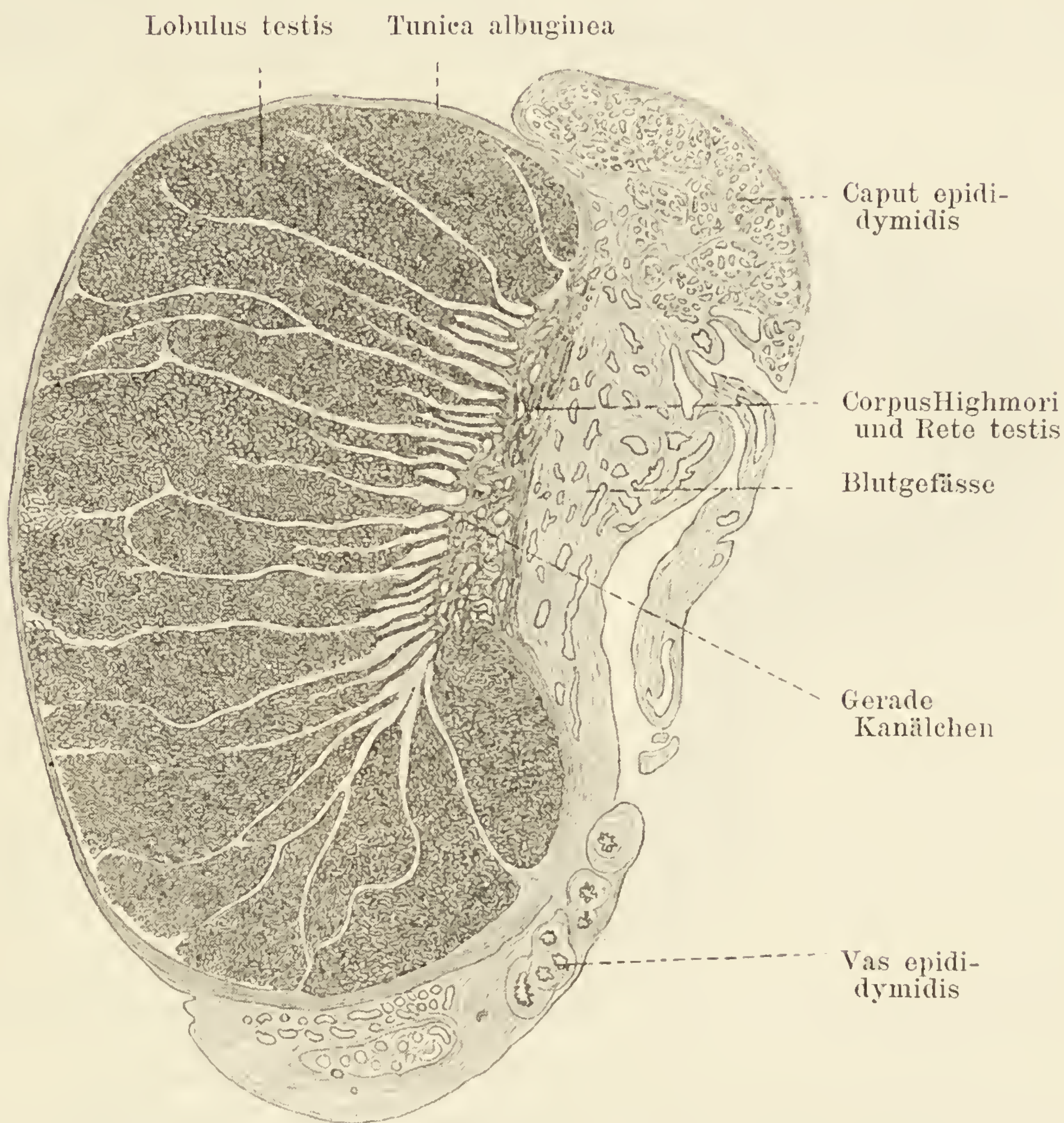


Fig. 191.
Längsschnitt durch einen menschlichen Hoden und Nebenhoden. Die hellen Züge zwischen den Hodenläppchen sind die Septula testis. 2mal vergr.

Die Isolation dieser Kanälchen zeigt, dass jedes von ihnen im Hoden mit einem blinden Ende beginnt, vielfach gewunden ist (Tubuli seminiferi contorti) und sich schliesslich zum Corpus Highmori begiebt. Auf ihrem Wege dorthin verbindet sich eine Anzahl der Hodenkanälchen miteinander, so dass die Zahl derselben gegen das Corpus Highmori hin eine geringere wird. Kurz vor dem letzteren gehen die gewundenen Kanälchen in kurze, engere und gerade, als Tubuli seminiferi recti bezeichnete Stücke über. Innerhalb des Corpus Highmori verbinden sich die Tubuli recti des gesammten Hodens zu einem Kanalnetz, dem Rete testis (Halleri).

Aus diesem Netz entsteht dann eine Anzahl von Kanälchen, etwa 15, die Ductuli efferentes testis N. (Vasa efferentia). Zunächst gerade verlaufend, beginnen sie bald sich zu winden, jedoch so, dass die Windungen eines Kanals ein System für sich bilden, das auch eine eigene Bindegewebsumhüllung erhält, Lobuli epididymidis N. (Coni vasculosi Halleri). Solche Lobuli bilden dann die Bestandtheile des Kopfes des Nebenhodens. Das Lumen der Ductuli efferentes ist öfters auf dem Querschnitte sternförmig.

Die Ductuli efferentes testis besitzen ein z. Th. aus cylindrischen flimmernden und aus kubischen nicht flimmernden Zellen bestehendes Epithel. Die beiden Arten wechseln gruppenweise mit einander ab, wodurch nicht

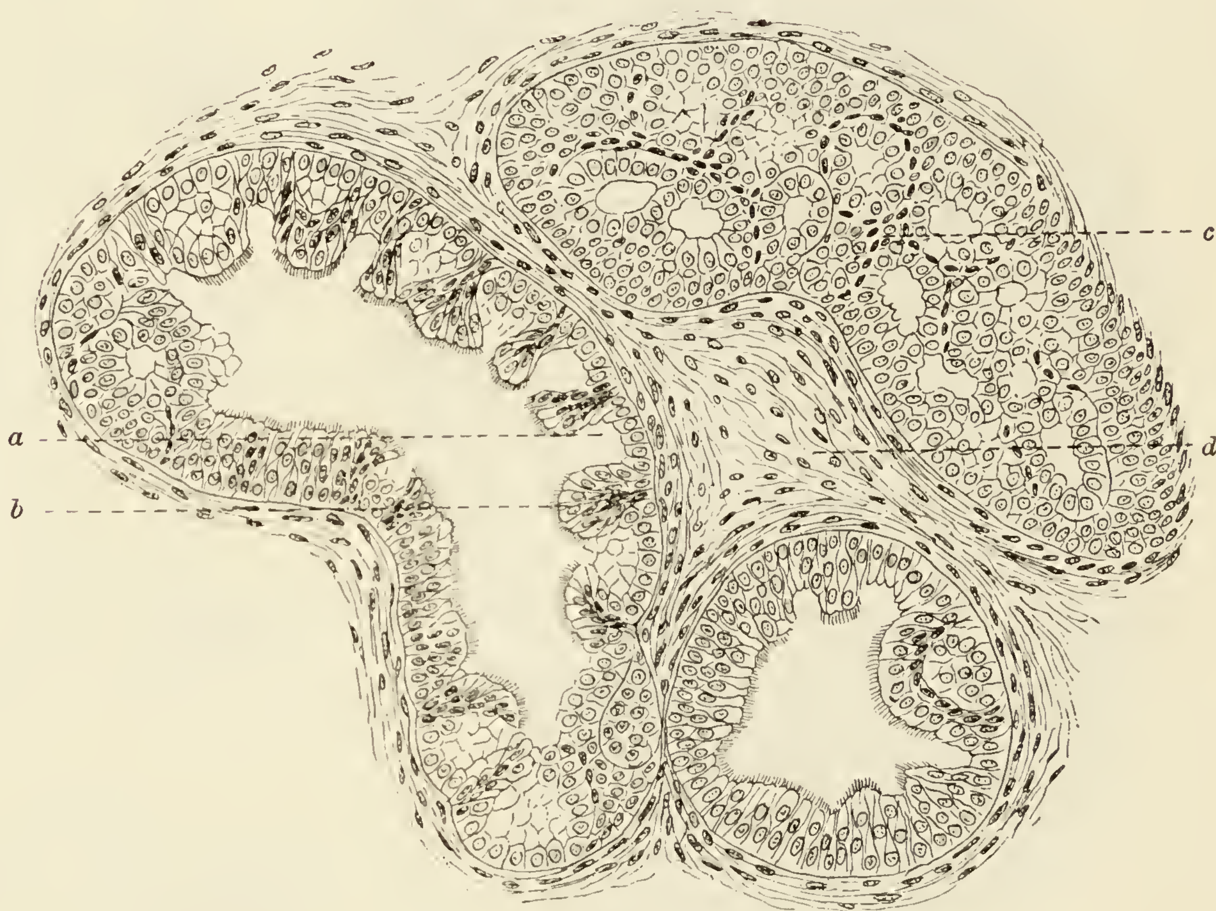


Fig. 192.

Schnitt durch die Ductuli efferentes testis des Menschen.

a Drüsen; *b* Flimmerepithel; *c* Bindegewebe; *d* angeschnittene Drüse.

flimmernde Einbuchtungen entstehen, die jedoch keine ihnen entsprechenden Ausbuchtungen der Membrana propria verursachen. Es sind drüsenartige Bildungen (Schaffer **92**).

Die Ductuli efferentes verbinden sich nun allmählich zu einem Kanal, dem Ductus (Vas) epididymidis, welcher vielfach gewunden, im Körper und Schweif des Nebenhodens liegt. Dasselbe geht in das Vas deferens des Hodens über.

Die Kanäle des Rete testis (Halleri) sind mit plattem bis kubischem, nicht flimmerndem Epithel ausgekleidet; mit demselben kommunizirend findet sich ein blindendigendes mit Flimmerepithel ausgekleidetes Röhrchen, Ductulus (Vas) aberrans des Rete testis.

Im Ductus epididymidis kommt eine äussere, dünne Längsmuskulatur hinzu. Zwischen der Membrana propria und der Ringmuskulatur findet sich eine dünne Bindegewebslage. Das Epithel ist mehrzeiliges Flimmerepithel.

Am Ductus epididymidis kommt ebenfalls ein aberrantes Röhrchen vor, der Ductulus (Vas) aberrans N. Halleri. Oefters findet man in der Nähe des Nebenhodens, im Bindegewebe eingebettet, ein System von gewundenen, blindendigenden Kanälchen, Paradidymis oder Giraldés'sche Organ.

Die gewundenen Hodenkanälchen sind von einander durch Bindegewebe getrennt, in welchem man ausser Gefässen, Nerven etc. noch eigenthümliche,

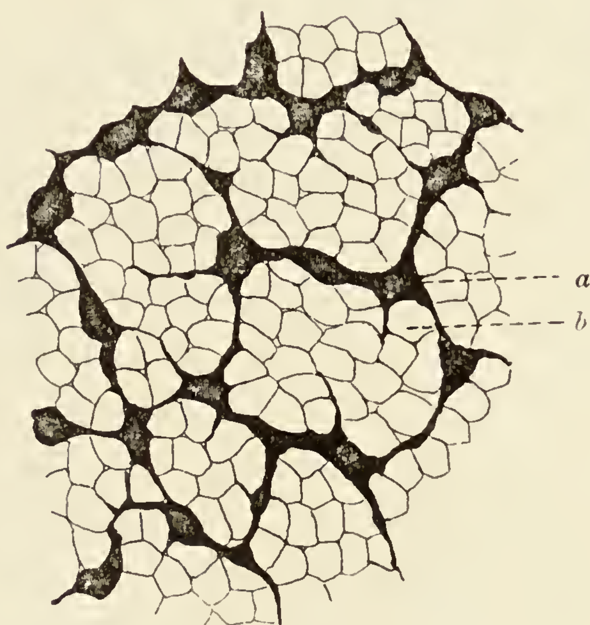


Fig. 193.

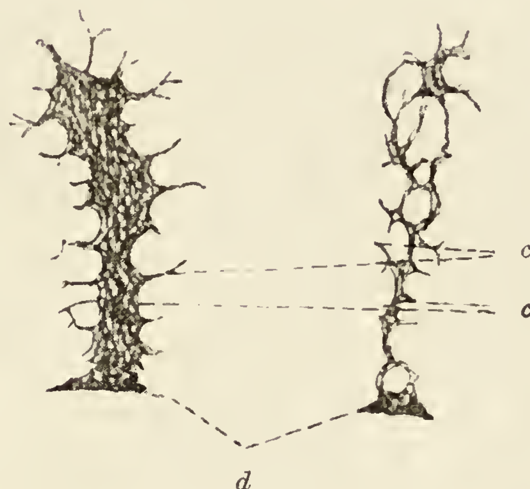


Fig. 194.

Stützzellen des Hodens von Meerschweinchen mit Chromsilbermethode dargestellt. Fig. 193 von der Fläche des Hodenkanälchens gesehen, Fig. 194 von der Seite. 220mal vergr.

a Basale Fläche einer cylindrischen Stützzelle; *b* platte Stützzelle; *c* Eindrücke hervorgerufen an den cylindrischen Stützzellen durch die samenbildenden Zellen; *d* basaler Theil von Stützzellen.

in Gruppen liegende, grosse, mit grossen Kernen versehene Zellen (interstitielle Zellen) vorfindet. Ueber die Bedeutung dieser Zellen lässt sich nichts Bestimmtes aussagen. Es sind wahrscheinlich Reste des Wolff'schen Körpers. Reinke (**96**) fand in interstitiellen Zellen normal funktionirender Hoden regelmässig Krystalloide von räthselhafter Bedeutung.

Das Epithel der Hodenkanälchen besteht aus Stütz- oder Follikelzellen und aus Samenkeimzellen. Die ersteren sind hohe cylindrische Elemente (s. u.), deren basale Flächen mit einander in Berührung stehen. Sie bilden keine kontinuirliche Lage; ihre basalen Ausläufer hängen aber zusammen und erzeugen am Hodenkanälchen ein oberflächliches Netz (Fig. 193). Die Maschen des Netzes sind von sehr flachen Zellen ausgefüllt, welche dicht an der M. propria liegen und ebenfalls zu den Stützelementen zu rechnen sind (vergl. Merkel **71**).

Die Betrachtung der Samenkeimzellen kann deshalb nur im Zusammenhang mit der Spermatogenese besprochen werden, als diese Zellen, je nach dem Stadium ihrer Entwickelung verschiedene Eigenschaften zeigen (siehe Spermatogenese).

Das komplizirt gebaute Epithel der gewundenen Samenkanälchen geht in den geraden Hodenkanälchen in ein einfaches kubisches und im Rete testis in ein niederes Epithel über.

Nach aussen wird die Wand der gewundenen Hodenkanälchen von einer einfachen oder mehrfachen Lage spindelförmiger Zellen abgeschlossen. Eine Membrana propria ist vorhanden, ist aber sehr dünn und in manchen Fällen gar nicht nachzuweisen.



Fig. 195.

Schnitt durch einen Hoden vom Hunde mit injizirten Blutgefässen bei schwacher Vergrösserung.
a Hodenkanälchen; *b* Septulum testis; *c* Blutgefäss.

Die Blutgefässe des Hodens verbreiten sich im Corpus Highmori und in seinen Ausläufern (Septula testis), und umspinnen die Samenkanälchen mit zu regelmässigen Netzen angeordneten Kapillaren. Auch Gruppen von interstitiellen Hodenzellen erhalten eigene Kapillaren.

Zahlreiche Nerven umspinnen die Gefässe. Einzelne Zweigchen verlassen die Gefässbahn und können bis in die Nähe der Samenkanälchen verfolgt werden (Retzius **93**). Ganglienzellen sind hier bisher nicht gesehen worden.

3. Ausfuhrwege des Hodens.

Der Ductus deferens N. besitzt eine dreifache Muskellage, von welcher die mittlere cirkulär, die beiden anderen longitudinal angeordnet sind. Die subepitheliale Bindegewebsschicht ist sehr reich an elastischen Fasern. Die Schleimhaut zeigt longitudinale Falten; das Epithel ist zweizeilig und flimmerlos. (Die Flimmern fehlen in der Regel schon am Endstück des Ductus epididymidis).

Das Epithel des Ductus deferens ist nach Steiner nicht immer das gleiche, es kann im unteren Abschnitte Flimmern tragen, kann aber auch ein mehrschichtiges cylindrisches, von dem Typus des Epithels der Harnblase und des Ureters sein.

In der Ampulle des Ductus deferens fehlt die innere Muskelschicht; das Epithel ist grösstentheils einschichtig, pigmenthaltig. Es kommen hier

ausser den Falten noch Buchten und Schläuche vor, welche sich mitunter verzweigen, — Bildungen, die als Drüsen aufgefasst werden.

Die Samenblasen haben ebenfalls, wenigstens in gefülltem Zustande, ein einschichtiges, flimmerloses, cylindrisches, mit gelbem Pigment versehenes Epithel. In kollabirtem Zustande findet man hier ein zwei-, mitunter auch ein dreizeiliges Epithel; die Anordnung der Epithelzellen zu einer Schicht ist also wahrscheinlich die Folge einer Dehnung. Die Schleimhaut bietet bekanntlich zahlreiche Falten, welche z. B. beim Meerschweinchen nur eine sehr dünne bindegewebige Achse aufweisen. Ausser einem subepithelialen spärlichen Bindegewebe finden wir an der Samenblase noch eine innere Ring- und eine äussere Längsmuskelfaserschicht vor. In der Samenblase werden in der Regel keine Spermatosomen angetroffen.

Das Epithel des Ductus ejaculatorius ist ein einschichtiges; die innere Ringmuskelschicht ist sehr wenig entwickelt. Während des Durchganges des Ductus ejaculatorius durch die Prostata verwebt sich die Längsmuskelschicht desselben mit der Muskulatur der letzteren, büsst also ihre Selbständigkeit ein. — Die Ductus ejaculatorii münden entweder direkt am Colliculus seminalis oder seltener indirekt durch die Vesicula prostatica in die Pars prostatica urethrae ein.

Die Prostata ist eine zusammengesetzte alveoläre Drüse. Ihre äussere Wandung besteht aus einer dicken Lage glatter Muskelfasern, aus Bindegewebe und elastischen Fasern. Alle diese Bestandtheile senden in das Innere der Drüse Fortsätze und Lamellen, welche gegen die Basis des Colliculus seminalis konvergiren. Das Drüsenepithel ist ein einschichtiges, kubisches, wurde aber auch als ein zweizeiliges angetroffen (Rüdinger 83). Die vorhandene Lamina propria ist nur schwer nachzuweisen. In den Alveolen der Drüse findet man mitunter eigenthümliche, konzentrisch geschichtete Konkremente (Prostatasteine). Zahlreiche Ausführungsgänge konfluiren vielfach und sammeln sich in der Region des Colliculus seminalis zu 15—30 gröberen Ausführungsgängen, welche in der Regel entweder am Colliculus sem. oder im Sulcus prostaticus gesondert ausmünden. Das Sekret der Prostata (Succus prostaticus) ist nicht Schleim.

Im Prostatakörper befindet sich die Vesicula prostatica, deren Epithel ein zweizeiliges und mit einem deutlichen Cuticularsaum versehenes Flimmerepithel ist. In ihrem urethralen Abschnitte kommen kurze alveoläre Drüsen vor.

Die Glandulae bulbourethrales (Cowperi) sind ebenfalls verzweigte alveoläre Drüsen. Es sind exquisite Schleimdrüsen. Gianuzzi'sche Halbmonde werden jedoch nur selten angetroffen. Die Ausführungsgänge haben ein zwei- bis dreizeiliges Epithel (vergl. V. Müller).

Die Pars prostatica und membranacea urethrae haben, wie die Harnblase ein mehrschichtiges Cylinderepithel, die Pars cavernosa

ein zweizeiliges cylindrisches, das in der Fossa navicularis (Morgagnii) zu einem mehrschichtigen Pflasterepithel wird.

Es kommen in der Urethra, von der Pars membranacea beginnend, unregelmässig zerstreute epitheliale Aussackungen von verschiedener Form vor. Einige davon sind sogar alveolär verzweigt und heissen dann Glandulae urethrales (Littrei).

Die Submukosa der Pars cavernosa der Urethra ist sehr venenreich und enthält ansehnliche Venengeflechte, welche in Verbindung mit kavernösen Venenräumen stehen, die im Uebrigen denen der Corpora cavernosa penis gleichen (siehe diese).

Der Penis besteht aus drei Schwellkörpern, den zwei Corpora cavernosa penis und dem Corp. cav. urethrae. Die beiden ersteren sind von einer festen, bindegewebigen Hülle, der Tunica albuginea, umgeben.

Der Hauptbestandtheil der Schwellkörper wird von dem sogenannten Schwellgewebe gebildet, in dessen Maschen ein System von miteinander anastomosirenden Räumen sich findet. Diese Räume (Cavernae) können als venöse Räume, deren Wandungen dem Schwellgewebe anliegen, aufgefasst werden.

Letzteres besteht aus Bindegewebe, elastischen Fasern und glatten Muskelzellen.

Die venösen Räume können unter gewissen Bedingungen mit Blut gefüllt werden; unter gewöhnlichen Verhältnissen kollabiren sie zu unscheinbaren Spalten, welche Bindegewebsspalten vortäuschen können. Es sind also hier Gefässanordnungen gegeben, die den Blutkreislauf innerhalb der Schwellkörper entweder mit oder ohne Einschaltung der venösen Räume des Schwellgewebes ermöglichen.

Die Arterien der Corpora cavernosa penis besitzen eine auffallend starke Muskulatur. Sie durchsetzen die Balken und Septen des Schwellgewebes und zerfallen innerhalb der Septa in weitmaschige Kapillaren. Ein kleiner Theil dieser Arterien ergiesst sich direkt in die kavernösen Räume. Andererseits bilden sie unmittelbar unter der Albuginea ein engmaschiges Kapillarnetz, welches mit einem dichten tiefer gelegenen Venennetz in Verbindung steht. Letzteres geht allmählich in die kavernösen Räume über. Ausserdem finden sich kapillare Verbindungen zwischen den arteriellen und venösen Kapillaren, welch' letzteren wiederum in das erwähnte Venennetz einmünden.

Der Blutstrom kann also, durch gewisse Einrichtungen regulirt, entweder durch die Kapillaren allein, oder durch diese und die Schwellkörper fliessen. Hiervon hängt der nicht errigirte oder irrigirte Zustand des Penis ab.

Etwas anderes liegen die Verhältnisse im Corpus cav. urethrae und in der Glans penis.

4. Spermatogenese.

Zum Verständniss dieses komplizirten Prozesses ist es zweckmässig, wenn wir denselben von einem Thiere vorführen, bei welchem er einfacher vor sich geht und am besten bekannt ist. Dies ist unter den Wirbelthieren bei Salamandra maculosa der Fall.

Anfangs sind die Hodenkanälchen noch solide zellige Stränge, erst während einer regen Produktion von Spermatosomen bildet sich im Innern ein Lumen aus, in welchem sie dann liegen. Die Zellen, welche die soliden Stränge zusammensetzen, lassen schon in frühen Stadien zwei Arten unterscheiden. Die eine Art steht in direkter Beziehung zur Bildung der Spermatosomen, während die andere hierbei eine mehr passive Rolle spielt.

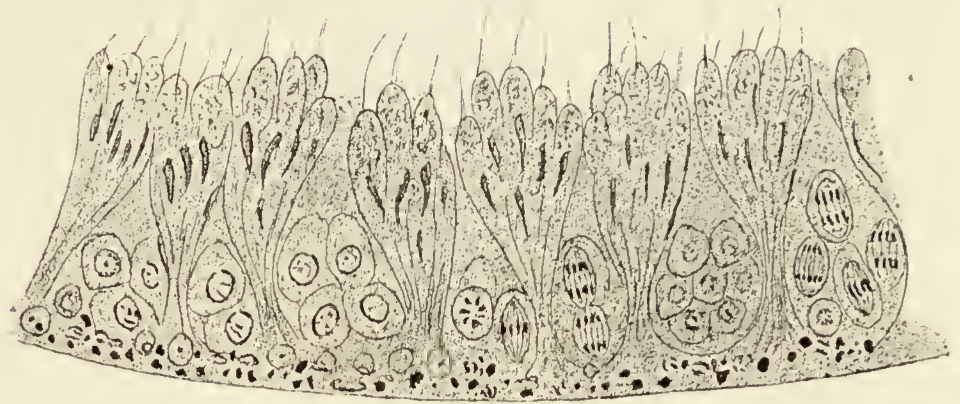


Fig. 196.
Schnitt durch ein gewundenes Samenkanälchen des Hodens der Ratte. Nach v. Ebner 88.
Die kandelaberartigen Gebilde sind die Stützzellen in Verbindung mit Spermatiden und Spermatosomen. Dazwischen samenbildende Zellen z. Th. in Mitose. Unten an der Basalmembran, die Spermatogonien verdeckend, schwarze Punkte, Fetttröpfchen, eine Eigenthümlichkeit des Rattenhodens. Fixirt mit Flemming'scher Flüssigkeit.

Die erste Art von Zellen, die Spermatogonien, Ursamenzellen beginnen, indem sie gleichzeitig an Volumen zunehmen, sich durch Theilung zu vermehren. Dabei üben sie einen Druck auf die zweite Art von Zellen, die Follikel- oder Stützzellen, aus und zwar so, dass die Kerne der letzteren mehr oder weniger gegen die Wand des Samenkanälchens rücken, während ihr Protoplasma von benachbarten Spermatogonien von allen Seiten her Eindrücke erhält, so dass die Stützzelle einen platten, länglichen, von allen Seiten mit Einbuchtungen und Fortsätzen versehenen Körper darstellt. In diesem Stadium liegen die Spermatogonien radiär angeordnet und fassen zwischen sich die langen Stützzellen. (Fig. 196.)

Bei der Entstehung der männlichen Geschlechtszellen (Spermatosomen) aus den Spermatogonien unterscheidet man gegenwärtig drei Perioden. 1. Die erste Periode umfasst eine Anzahl aufeinanderfolgender mitotischer Theilungen, der Spermatogonien (Vermehrungsperiode). 2. Die durch diese Theilungen kleiner gewordenen Spermatogonien vergrössern sich durch Wachsthum (Wachsthumsperiode), worauf 3. durch modifizirte zweimalige mitotische Theilungen ohne einer dazwischentretenden Ruhepause schliesslich die fertigen männlichen Geschlechtszellen (Spermatosomen) entstehen (Reifungsperiode) (Fig. 198). Während der dritten Periode ereignet sich die bedeutungsvolle Thatsache, dass nämlich die Chromosomen ihrer Zahl nach reduzirt werden,

so dass in den Spermatiden nur die Hälfte der Chromosomen einer somatischen Zelle (beliebigen Körperzelle) desselben Thieres vorhanden ist.

Die Art und Weise, wie die Reduktion der Chromosomenzahl bei Salamandra maculosa zu Stande kommt, wollen wir hier angeben.

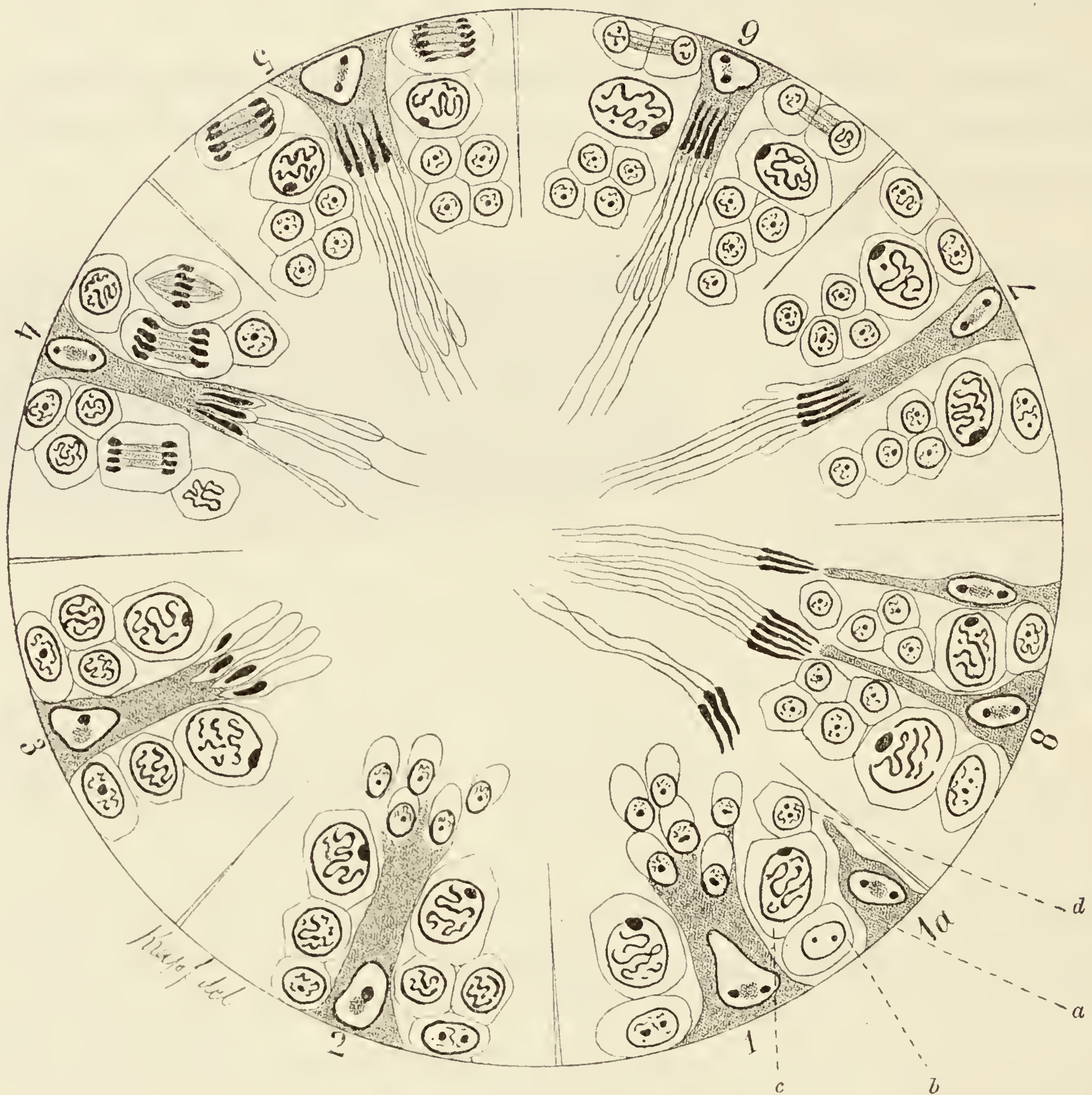


Fig. 197.

Schema eines Durchschnittes durch ein gewundenes Samenkanälchen eines Säugethieres in Thätigkeit, um die Spermatosomenentwickelung zu zeigen. Die Chromosomenzahl ist bei den verschiedenen Generationen der Spermatosomenbildner nicht berücksichtigt. Die progressiv fortschreitende Entwickelung der Spermatosomenbildner ist in den 8 Kreissektoren dargestellt:

a junge Stützzelle; *b* Spermatogonie; *c* Spermatocyt; *d* Spermatide. In 1, 2, 3 und 4 liegen gegen das Centrum, mit der vergrösserten Stützzelle verbunden, Spermatiden; zu beiden Seiten der Stützzelle samenbildende Zellen oder Mutterzellen in Mitose. In den Abschnitten 5, 6, 7 und 8 liegen, gegen das Centrum mit dem Schwanztheile gerichtet, vorgeschrittenere Stadien von Samenfäden, beiderseits flankirt von jüngeren Spermatiden der folgenden Generation. (Aus Rauber, nach Brown, mit Aenderungen nach Hermann.)

Nachdem die letzte Generation der Spermatogonien während der Wachsthumsperiode eine ansehnliche Grösse erreicht hat, schicken sich ihre Zellen zur mitotischen Theilung an: es bildet sich zunächst, wie gewöhnlich, ein Knäuel, Spirem, aus, der hier nicht in 24, wie es in den somatischen Zellen der Fall ist, sondern nur in 12 Schleifen, Chromosomen, der Quere nach zerfällt. Diese mit 12 Chromosomen versehene Zelle tritt hiermit in die

Reifungsperiode ein und ist ein Spermatocyt I. Ordnung oder eine Samenmutterzelle (O. Hertwig **90**).

Die Theilung dieser Zellen geht in heterotypischer Weise vor sich (vergl. p. 45): die Chromosomen theilen sich der Länge nach, und zwar so, dass die Theilung an ihrer Umbiegungsstelle beginnt und allmählich bis zum freien Ende fortschreitet. Hier bleiben die Schwesterchromosomen längere Zeit im Zusammenhang, wodurch die Phase der Metakinese hier eine Tonnenform aufweist. Schliesslich trennen sich die Schwesterchromosomen voneinander und wandern zu den Polen. Haben sie das Stadium des Tochtersternes (Dyaster) erreicht, so wird ihre Zahl durch eine longitudinale Theilung aber-

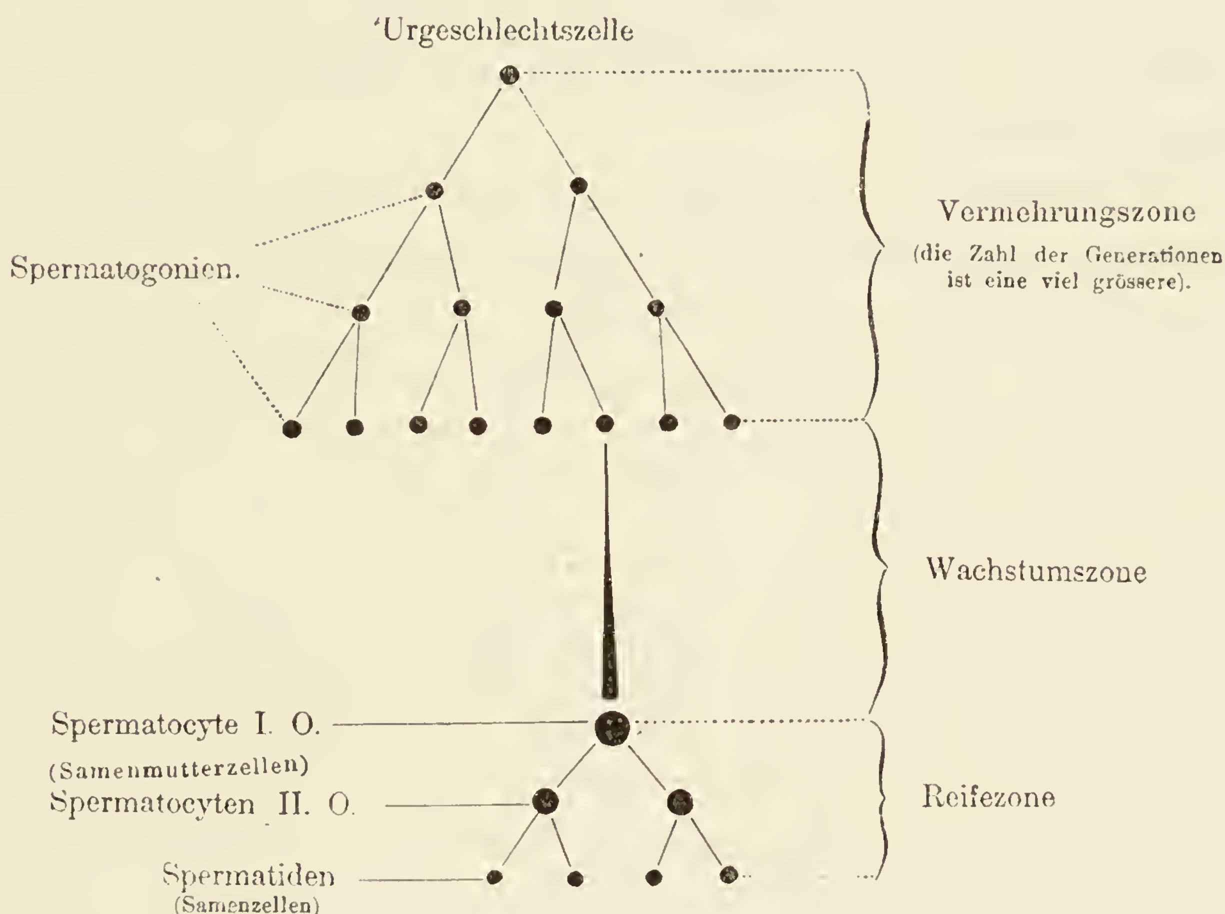


Fig. 198.

Schema der Samenbildung bei Ascaris nach Boveri. (Ergebn. d. Anat. u. Entw. Bd. 1.)

mals verdoppelt. Der Spermatocyt I. Ordnung hat sich in zwei Spermatocyten II. Ordnung oder in die Spermatochterzellen (O. Hertwig **90**) getheilt.

Die Kerne der Spermatochterzellen enthalten also wiederum 24 Chromosomen, d. h. jene Zahl, welche den somatischen Zellen zukommt. Ohne sich longitudinal zu spalten werden die Schwesterchromosomen auf die zwei Kerne der aus je einer Spermatochterzelle entstehenden zwei (im Ganzen also vier) Spermaenkelzellen oder Spermatiden vertheilt. Die Kerne der letzteren enthalten also nur je 12 Chromosomen. Aus den Spermatiden entsteht durch einfache Umbildungen der Bestandtheile der Zelle das Spermatozoon.

Wir können also sagen, dass die Spermatocyten erster Ordnung schon im Stadium des segmentirten Knäuels der Samenmutterzellen implicite die doppelte Zahl der Chromosomen einer somatischen Zelle enthalten, was aber erst im Stadium des Dyasters deutlich zum Vorschein kommt. (Hier nur eine scheinbare Verdoppelung im Dyasterstadium.) Daraus resultirt 1. das Herabsetzen der doppelten Anzahl der Chromosomen in den Spermatocyten II. Ordnung auf eine normale Zahl, 2. das Herabsetzen der Chromosomenzahl der Spermatocyten III. Ordnung (Spermatiden) (da das Ruhestadium und die Längsspaltung der Chromosomen hier wegfallen), auf die Hälfte der Chromosomen einer somatischen Zelle. Dies ist das Wesen der heterotypischen Theilung.

Ausser der heterotypen Form kommt bei der Theilung der Spermatocyten noch eine homöotype Form vor. Sie unterscheidet sich von der heterotypen durch eine grosse Kürze der Chromosomen, durch das Fehlen der Tonnenform, durch eine lang andauernde Asterform und durch die Abwesenheit der Verdoppelung der Chromosomen im Stadium des Dyasters. — Nach Meves, **96**, theilen sich die Spermatocyten I. Ordnung heterotypisch, die der II. Ordnung homöotypisch.

Die Umbildung der Spermatide in den Samenfäden beginnt bei Salamandra sofort nach Ablauf der zweiten (homöotypischen) Reifungstheilung. Nach Beendung der Ana- und Telophasen, liegen die verdoppelten Centralkörper der Zellwand dicht an, jedoch so, dass ihre Verbindungslinie senkrecht zu dieser gerichtet ist. Zwischen ihnen und dem Kern liegt in Form eines Ballens die Sphärensubstanz. Alsbald wächst von dem peripher gelegenen Centralkörper ein Fädchen aus, das die erste Anlage des Achsenfadens darstellt, worauf die beiden Centralkörper, sammt der Anlage des Achsenfadens und des entsprechenden Theiles der Zellperipherie gegen das Innere der Zelle verschoben werden, so dass Centralkörper und Anlage des Achsenfadens von der Einstülpung scheidenartig umhüllt werden. Die beiden Centralkörper wachsen weiter und der peripher gelegene verwandelt sich schliesslich in einen ringförmigen Körper um, an dessen Peripherie die Einstülpung der Zellwand inserirt, der mehr central gelegene in ein kurzes Stäbchen, mit welchem der Achsenfaden in Verbindung tritt. Während dessen verwandelt sich die Sphärensubstanz in ein Bläschen (Sphärenbläschen), dem der Rest der Sphärensubstanz angelagert bleibt. — Nun strecken sich Kern und Zellsubstanz in die Länge und ersterer verwandelt sich durch Konzentration seines Chromatins in den Kopf des Spermatozoons. Der stäbchenförmige Körper (anfangs zu innerst gelegener Centralkörper) wächst theilweise in den Kern hinein, so dass er schliesslich aus einem im Kern gelegenen kugeligen Abschnitt und einem der Kernmembran aussen aufliegenden Scheibchen besteht. In der Folge wächst die Kugel zu einem cylindrischen Körper (dem vorderen Theil des Mittelstückes) heran, während das Scheibchen verschwindet. Der ringförmige Körper liegt wie früher am hinteren Pol der Spermatide und bildet hier die Einfassung eines Loches (ursprüngliche Einstülpung) der Zellwand. — Das Sphärenbläschen (der Rest der Sphärensubstanz verschwindet) wandert um den Kern herum, kommt an das vordere Ende desselben zu liegen und wird durch

den sich in die Länge streckenden Kern aus der Zelle herausgestossen, liegt dann vor derselben und bildet sich zuletzt in den Spiess (Retzius) um. Dies geht derart vor sich, dass die Substanz, welche zwischen Kern und Sphärenbläschen liegt, sich gegen letzteres kegelförmig erhebt. Von der Spitze des Kegels wächst sodann ein Fädchen mitten durch das Bläschen hindurch bis zur vorderen Wand desselben. Am Schluss des Prozesses, Hand in Hand mit der weiteren Längsstreckung des Kernes (Kopfes), verwandelt sich der Kegel in ein am Grunde nur wenig dickeres Stäbchen. Das Ganze wächst nun in die Länge und nimmt die Form des fertigen Spiesses an. Zur Zeit, als der Ring noch unverändert ist, entwickeln sich Randfaden und undulirende Membran vom Achsenfaden aus. Später wächst der Randfaden in die Länge und überragt hinten eine Strecke weit den Achsenfaden. Zu dieser Zeit entwickelt sich auch die Mantelschicht des Achsenfadens und zwar in der Weise, dass Zellsubstanz sich an der Bauchseite des Achsenfadens (dem Randsaum entgegengesetzte Seite) herunterschiebt. Dabei wird der ringförmige Körper in die Länge gedehnt und reisst schliesslich in der Mitte durch, wobei die eine kaudalwärts umgebogene Hälfte desselben dorsal (d. h. auf der Seite des Randsaumes) auf dem Achsenfaden an Ort und Stelle liegen bleibt und sich später zur hinteren Partie des Mittelstückes gestaltet. Die ventrale Ringhälfte wandert mit der Zellsubstanz der Bauchseite des Achsenfadens entlang, erreicht aber das Ende desselben nicht, sondern bleibt an der Grenze zwischen Haupt- und Endstück liegen. „Der reife Samenfaden des Salamanders stellt eine vollständige umgewandelte Zelle dar; eine Abstossung von irgend welchen Theilen hat im Lauf seiner Entwickelung nicht stattgefunden“ (Meves **97**).

Hermann (**97**) leitet an Selachiern das Endstück von dem Centrosoma, den ringförmigen Körper von in die Spermatide eingezogener Hälfte des Zwischenkörperchens der letzten Spermatocytentheilung, den Achsenfaden von den Fäden der Centralspindelhälfte ab. Der Spiess ist nach ihm ein modifizirter Theil der Kernmembran der Spermatide.

Bei den Säugethieren ist es gelungen, die Schicksale der Spermatide bis zur Bildung des Spermatosoms ebenfalls sehr genau zu verfolgen. Die Vorgänge sind denen beim Salamander geschilderten so ähnlich, dass wir uns mit der folgenden Bemerkung begnügen können: das ganze Centrosom wandert hier in den Kern der Spermatide ein, um ebenfalls das Endknöpfchen (Mittelstück) zu liefern; es fehlt hier also der ringförmige Körper, dementsprechend auch die undulirende Membran am fertigen Spermatosom (Hermann **89. 1, 2. 93. 1**).

Die Spermatogenese bei den Säugethieren kann auf das gegebene Schema zurückgeführt werden, nur mit dem Unterschiede, dass hier die verschiedenen Stadien nebeneinander, anscheinend in regelloser Anordnung im Hodenkanälchen zu finden sind, und dass die Aufeinanderfolge der Stadien deshalb schwieriger festzustellen ist. Die verschiedenen Zellgenerationen bilden Säulen und sind derart angeordnet, dass die jüngsten dem Lumen, die ältesten der Kanälchenwand anliegen (Figg. 196 und 197). Diese „Säulen“ sind von einander durch

hohe Stütz- oder Follikelzellen geschieden. Die Umwandlung der Zellen zu Spermatiden und Spermatosomen geschieht in der Weise, dass zuerst die dem Lumen zugewandten Zellen, dann die der nächstliegenden tieferen Reihe u. s. w. zu Spermatiden werden und sich in Spermatosomen umwandeln. Während letzteres geschieht, legen sich die Spermatiden an die Stützzellen an, ein Vorgang, der als eine Kopulation der beiden Elemente aufgefasst wurde, wobei selbstverständlich an eine Verschmelzung, gar mit Austausch des Chromatins, nicht gedacht wurde, sondern eher an eine innige Anlagerung behufs Ernährung der sich bildenden Spermatosomen. (Das Ganze ist ein Spermatoblast von von Ebner.)

Indem die am Lumen liegenden Spermatiden sich in Spermatozoen umwandeln und dieser Prozesss sich successive bis in die Tiefe erstreckt, wird die ganze „Säule“ als solche verbraucht. Die Ersatzelemente werden von jungen Theilungsprodukten der benachbarten Spermatogonien geliefert, welche sich dann in der geschilderten Weise theilen und wiederum eine ganze Generation von samenbildenden Zellen hervorgehen lassen.

Hand in Hand mit diesen progressiven Vorgängen geht ein massenhaftes Zugrundegehen der bei der Spermatogenese betheiligten Zellen, das sich zunächst im Auftreten von sogenannten karyolytischen Figuren kund giebt und mit einem Zerfall der ganzen Zelle endigt.

(Ueber Spermatogenese vergl. ausser den citirten die Untersuchungen von v. Va Valette St. George 67—87, v. Brunn 84, Biondi, Benda.

Untersuchungsmethoden für Geschlechtsorgane.

270. Für das Studium der Ovarien sind solche von kleineren Thieren deshalb mehr geeignet als die des Menschen, weil sie sich viel besser fixiren lassen.

271. Das Keimepithel und die Beziehungen desselben zu den Pflüger'schen Schläuchen studire man an Ovarien neugeborener oder junger Thiere. Katzen z. B. sind hierfür sehr geeignet.

272. Die Eierstöcke des Menschen sind nicht leicht zu erlangen, sind sehr oft pathologisch verändert und enthalten schon in mittleren Jahren auffallend wenig Follikel resp. Eier.

273. Frische Eier kann man ohne viel Mühe aus den Ovarien z. B. der Schafe, Schweine und Kühe erhalten (solche Ovarien bekommt man leicht aus den Schlachthäusern). Man bemerkt an ihrer Oberfläche durchsichtige hervorgewölbte Stellen, — dies sind grosse Follikel. Sticht man einen solchen Follikel mit einer Nadel an und lässt den Liquor folliculi sich auf einen Objektträger ergiessen, so findet man darin in der Regel das Ei sammt seiner Corona radiata. Die das Ei enthaltende Stelle des Präparats wird mit einem mit Schutzleisten versehenen Deckglase bedeckt. Wenn man keine Schutzleisten anwendet, so pflegt die Zona pellucida des Eies in Ebene des Gesichtsfeldes zu bersten, wobei es meistens zur Bildung eines trichterförmig aussehenden Risses kommt. Solche Risse wurden schon öfters als präformirte Kanäle (Mikropyle) beschrieben und abgebildet.

274. Die günstigste Fixirungsflüssigkeit für Ovarien ist die Flemming'sche oder die Hermann'sche (vergl. T. 17, 18) [Färbung in

Safranin], angewandt auf kleinere oder auf Stücke grösserer Ovarien. Sublimat (Färbung mit Hämatoxylin nach M. Heidenhain) und Pikrinsäure (Färbung mit Boraxkarmin) leisten ebenfalls Gutes.

275. Die Tube wird behandelt wie der Darm. Will man aber Querschnitte durch dieselbe erhalten, so muss zuerst das Peritoneum nahe an der Anheftungsstelle desselben abgetrennt und die Tube vor der Fixirung gestreckt werden. Es ist lehrreich, die Tube mit der Fixirungsflüssigkeit zu injiziren, um sie etwas zu dehnen. Man sieht dann, dass in Folge der Dehnung viele Falten sich ausgeglichen haben.

276. Ueber die Fixirung des Uterus und der Scheide ist nichts Besonderes zu sagen. Das Epithel lässt sich am besten mit $^1/_3$ Alkohol (T. 128) isoliren.

277. Samenflüssigkeit kann, mit einer physiologischen Kochsalzlösung versetzt, frisch untersucht werden. Man unterlasse nicht, die Einwirkung einer sehr verdünnten 1% (oder noch schwächeren) Kalilauge und verdünnter Säure (Essigsäure) auf die Spermatozoen zu prüfen. Die Spermatozoen von Salamandra maculosa zeigen die verschiedenen Theile (Spiess, undulirende Membran, Randfaden etc.) in einer sehr schönen Weise. An macerirten Spermatozoen, z. B. mit sehr verdünnter Chromsäure, aber auch in einer längere Zeit in der feuchten Kammer sich selbst überlassenen Samenflüssigkeit, sieht man nicht selten die fibrilläre Struktur des Rand- und Achsenfadens. Auch können die Spermatozoen als Trockenpräparate (wie Blut) aufgehoben und nachträglich (z. B. mit Safranin) gefärbt werden. Die Osmiumsäure, deren Gemische und Osmiumsäuredämpfe konserviren die Spermatozoen gut. Manche Strukturen kommen hier besser als bei Trockenpräparaten zum Vorschein.

278. Bei der Untersuchung des Hodens resp. der Spermatogenese ist es rathsam, mit dem Hoden von Salamandra anzufangen, welcher nicht so komplizirte Verhältnisse wie bei Säugethieren zeigt. Als Fixirungsflüssigkeit gebrauche man auch hier die Flemming'sche oder die Hermann'sche Lösung. Letztere mit einer Nachbehandlung mit rohem Holzessig (T. 119). Hermann empfiehlt für Salamandre ein Gemisch von 1% Platinchlorid 15, 2% Osmiumsäure 2 und Eisessig 1 ccm, für Säugethiere dieselbe Lösung mit doppeltem Osmiumsäuregehalt. Man lässt die Flüssigkeit längere Zeit (Tage) einwirken, wäscht 24 Stunden in fliessendem Wasser aus und überträgt in Alkohol von allmählich steigender Konzentration. Die in Paraffin geschnittenen Objekte werden in folgender Weise gefärbt: 1. 24—48 Stunden in Safranin (1 g Safranin wird in 10 ccm abs. Alkohol gelöst und mit 90 ccm Anilinwasser [vergl. T. 119] verdünnt). Nach dem Ausziehen mit reinem oder angesäuertem absoluten Alkohol überträgt man die Schnitte für 3—4 Stunden in Gentianaviolett (gesättigte alkoholische Lösung 5 ccm mit 100 ccm Anilinwasser), worauf sie mit Jod-Jodkaliumlösung (Jod 1, Jodkalium 2, Wasser 300) einige Stunden (1—3) behandelt werden, bis sie ganz schwarz werden; schliesslich werden sie in absolutem Alkohol gewaschen, bis sie violett mit einem Stich in's Bräunliche geworden sind. Es erscheinen dabei verschiedene Gebilde sehr verschieden gefärbt, so z. B. das Chromatin der ruhenden Kerne und das Dispirem blauviolett, die echten Nukleolen roth; im Aster- und Dyasterstadium dagegen färbt sich das Chromatin roth.

Von besonderer Wichtigkeit ist, dass kleinere Hoden unter keinen Umständen vor der Fixirung in Stücke geschnitten werden dürfen, weil sonst

die Samenkanälchen hervorquellen und grosse Dislokationen, auch in den von den Schnittflächen entfernten Theilen, verursachen (Hermann **93. 1**).

Die Behandlung der übrigen Theile der männlichen Geschlechtsapparate ergiebt sich von selbst.

V. Gefässsystem.

Die Gefässwände sind in den verschiedenen Abtheilungen des Gefässsystems verschieden gebaut. Allen Gefässen und dem Herzen kommt eine innere, das Lumen unmittelbar begrenzende epitheliale Lage zu. Zu dieser Lage gesellen sich bei gröberen Gefässen gewöhnlich noch verschiedene andere Schichten, welche einestheils aus Binde- und elastischem Gewebe, anderentheils aus Muskelzellen bestehen. Die Gefässe sind reichlich mit Nerven, welche Geflechte bilden und auch Ganglienzellen führen können, versehen. Die grösseren Gefässe enthalten in der äusseren Lage ihrer Wand ausserdem noch Blutgefässe, Vasa vasorum. Eine besondere Stellung im Gefässsystem nimmt das Herz ein, sowohl durch seine mächtig ausgebildete Muskulatur, wie auch durch komplizirte, an seine Funktion angepasste Beschaffenheit der Wände.

Je nach dem Bau der Gefässwände unterscheiden wir bei Arterien und Venen grosse, mittelstarke, kleine und präkapillare Gefässe und endlich die Kapillaren selbst. Die letzteren stehen ebensowohl zu den präkapillaren Gefässen der Arterien als auch der Venen in Beziehung. Am Lymphgefässsystem müssen wir die Stämme, die Sinus und die Kapillaren ihrem Baue nach auseinander halten.

A. Blutgefässsystem.

1. Das Herz.

Im Herzen unterscheiden wir drei Schichten: 1. das Endokardium, 2. das Myokardium und 3. das Epikardium (Perikardium).

Das Endokard besteht aus sehr platten Epithelzellen, deren Konturen hier, wie überhaupt im ganzen Gefässsystem, unregelmässig-mäandrisch sind. Der basalen Fläche des Epithels schliesst sich ein dünnes, aus glatten Muskelzellen bestehendes Häutchen an, welchem in geringer Menge Bindegewebs- und elastische Fasern beigemischt sind.

Darauf folgt eine dickere und lockerere Schicht elastischen Gewebes, welche nach aussen direkt an das Myokard stösst. Zwischen diesem letzteren und der vorhergehenden Schicht befindet sich an verschiedenen Stellen bei vielen Säugern, nicht aber beim erwachsenen Menschen, eine Lage Purkinjescher Fäden (vergl. p. 96).

Das Myokard wird durch die ihm eigenthümlichen, uns bereits bekannten Muskelzellen gebildet (vergl. p. 95). Zwischen den muskulösen Balken und Blättern, dieselben durchkreuzend, befinden sich zahlreiche Kapillaren und zartes Bindegewebe.

Am visceralen Blatt des Epikards ist 1. eine Bindegewebslage vorhanden, welche 2. von einem sehr flachen Epithel bekleidet wird. Aehnlich beschaffen ist auch das parietale Blatt, nur ist die Bindegewebslage hier mächtiger. Zwischen Myokard und visceralem Blatt des Perikards kommt es oft zu Fettablagerungen, welche meistens in der Umgebung von Gefässen sich bilden.

Die Atrioventrikularklappen des Herzens sind im Wesentlichen als eine Duplikatur des Endokards aufzufassen. Die glatte Muskelschicht des letzteren ist an der Vorhofseite stärker ausgebildet, dagegen ist die elastische Lage an der Ventrikelseite dicker. An den Insertionsstellen der Chordae tendineae wird die Bindegewebslage verstärkt und wandelt sich hier in ein Sehnengewebe um.

Die Semilunarklappen der Aorta und Pulmonalis haben einen ähnlichen Bau, sind aber gefässlos. In den Nodulis der Klappen sind die elastischen Fasern besonders dicht angeordnet.

In den Vorhöfen kann man innerhalb des Myokards einigermassen zwei Muskellagen auseinander halten, von welchen die äussere den beiden Vorhöfen gemeinsam ist und annähernd einen cirkulären Verlauf hat. An Längsschnitten durch die Ventrikelwand trifft man drei Lagen an, von welchen die äussere und die innere hauptsächlich longitudinal, aber nicht parallel miteinander verlaufen. Im linken Ventrikel ist die äussere Schicht viel stärker entwickelt. Durch den Annulus fibrosus ist die Muskulatur der Vorhöfe von der der Kammer völlig getrennt. Der Annulus selbst besteht aus dichtem, beim Erwachsenen an feinen elastischen Fasern sehr reichem Bindegewebe.

Ueber die Vertheilung des elastischen Gewebes im menschlichen Herzen geben wir, nach Seipp, folgendes an. Das Endokardium der Kammern enthält viel mehr elastische Elemente, als das der Vorhöfe, besonders viel die linke Kammer, wo auch gefensterte Membranen vorkommen. Im Myokardium der Ventrikel befinden sich keine elastischen Fasern, ausser jenen, welche in der Adventitia der Blutgefässe gelegen sind. Im Myokardium der Vorhöfe sind dagegen zahlreiche eigene, in die elastischen Fasern der Wand der grossen Venen übergehende elastische Elemente vorhanden. Im Epikardium sind ebenfalls elastische Fasern vorhanden und stehen mit den Fasern der Adventitia im Zusammenhang: im Vorhofe mit der der ins Herz mündenden grossen Venen, in den Kammern mit der Adventitia des Conus arteriosus. An den muskelfreien Buchten der Herzohren und Vorkammern gehen die elastischen Elemente des Epikard's in die des Endokards kontinuirlich über. — Beim Neugeborenen besitzen die Herzklappen keine elastischen Fasern, wohl aber beim Erwachsenen: sie sind an derjenigen Fläche der Klappen entwickelt, welche beim Verschluss am meisten gedehnt wird, also bei den Atrioventrikularklappen z. B. an der Vorhofseite.

Die Blutgefässkapillaren des Myokards sind sehr zahlreich und sind um die Muskelbündel so dicht gedrängt, dass jede Muskelzelle mit Kapillaren in Berührung kommt. Im Endokard hören die Gefässe schon im Bindegewebe auf. Die Atrioventrikularklappen, im Gegensatz zu den Semilunarklappen, sind gefässhaltig; die Chordae tendineae gefässarm.

Lymphgefässnetze sind im Endokard nachgewiesen worden und ebenso sind sie im Perikard nicht schwer darstellbar. Ueber die Lymphgefässe des Myokards ist nur Weniges bekannt.

Zahlreiche marklose und markhaltige Nervenfasern begleiten die Gefässe; marklosen Fasern ansitzend, finden sich, namentlich im Sulcus coronarius, zahlreiche kleine, wahrscheinlich dem sympathischen Typus angehörende Ganglienzellen. Auch unter dem Endokard ist ein Nervengeflecht vorhanden, das aber keine Ganglienzellen enthält. Die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln des Myokards ist noch nicht genügend untersucht; sie sollen an den letzteren mit Endknöpfchen endigen.

2. Blutgefässe.

Die Blutgefässwand besteht aus verschiedenen Schichten. Die innerste, konstant in allen Gefässen vorkommende Schicht, ist das platte Epithel. Eine zweite an Dicke sehr variirende Schicht ist die Hauptträgerin der kontraktilen Elemente der Arterienwand, es ist die Tunica media; durch elastische Fasern und gefensterte Membranen ist sie vorwiegend in cirkulärer Richtung durchzogen und sowohl nach innen als nach aussen von elastischen Grenzlamellen, der Lamina elastica interna und externa begrenzt. Nach aussen von der Media liegt die Tunica externa (Adventitia), eine bei den Arterien meist rein bindegewebige, bei den Venen vorwiegend kontraktile Elemente (glatte Muskelzellen) enthaltende Schicht. Zwischen der Elastica interna und der Epithelschicht wird bei verschieden grossen Blutgefässen eine verschieden gebaute Schicht eingeschoben, welche man als innere Faserschicht bezeichnen könnte. Letztere Schicht zugleich mit dem Epithel ist die Tunica intima.

Für Arterien schlägt Bonnet (**96**) auf Grund eigener Untersuchungen folgende Gliederung der Arterienwand vor. Die Epithelröhre allein bezeichnet er als Intima. Die Elasticae (int. et ext.) sammt dem zwischen ihnen liegenden Gewebe und das zwischen Elastica int. und seiner Intima gelegene Schicht zusammen rechnet er zu der Media. Die nach aussen von der Lamina ext. mediae liegenden Schichten bilden die Tunica externa (Adventitia).

a) Arterien.

In den grossen Arterien, z. B. in der Pulmonalis, Carotis, Iliaca etc. verhält sich die Tunica media auf eine typische Weise. Sie ist durch elastische Fasern und Membranen (gefensterte Membranen) in eine grosse Zahl von konzentrisch verlaufenden Schichten zerlegt, welche relativ nur sehr

wenige glatte Muskelfasern enthalten. Diese Lamellensysteme sind mit einander durch elastische Fasern verbunden. Die T. media ist auch hier gegen die Intima durch eine elastische Grenzmembran abgegrenzt, Lamina elastica interna. Bei der Aorta ist die Elastica interna als besondere Gefässhaut nicht nachweisbar.

Innerhalb der Intima kann man drei Schichten unterscheiden: die innerste ist ein plattes Epithel und darauf folgen zwei vorwiegend aus elastischem Gewebe bestehende Schichten (Faserschicht), von welchen die innere zellenreicher ist und eine longitudinale Anordnung ihrer Elemente zeigt, während

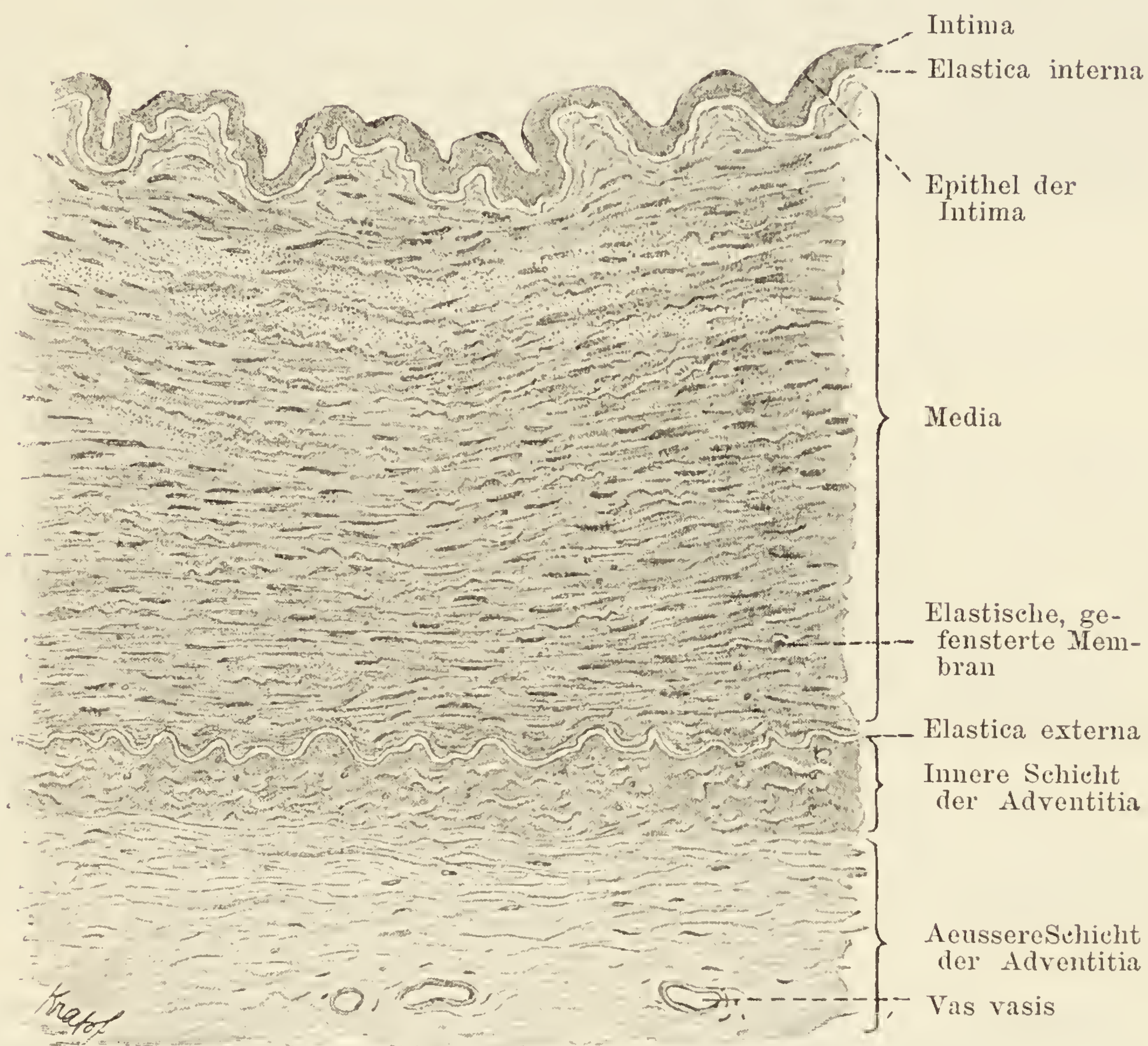


Fig. 194.
Querschnitt durch die A. carotis des Menschen. 150mal vergr.

die äussere lockerer, zellenärmer ist und mehr cirkulär verlaufende Fasern aufweist. Auch die Adventitia ist aus elastischen, aber mehr locker angeordneten, vorwiegend longitudinal gerichteten Fasern zusammengesetzt, denen jedoch eine ansehnliche Zahl von Bindegewebsfasern, und zwar besonders in der äusseren Schicht, beigemengt sind. Die Adventitia ist in ihrer ganzen Dicke gefässführend.

Die mittleren Arterien weichen ihrem Bau nach von den grossen dadurch ab, dass die elastischen Elemente innerhalb der Intima und Media abnehmen, um von glatten Muskelfasern ersetzt zu werden. Zu diesem Typus gehört die Mehrzahl der Arterien, vom Kaliber der A. brachialis, cruralis,

radialis beginnend, bis zum Kaliber der A. supraorbitalis. Die Intima weist hier ausser dem Epithel nur eine einzige Bindegewebslage mit vielen longitudinalen Fasern auf (Faserschicht). Sie ist dünn und wird nach aussen von der T. elastica interna begrenzt. Die Media macht nicht mehr den Eindruck einer geschichteten Haut, sondern besteht aus cirkulär verlaufenden Muskelzellen, die von einander durch elastische Elemente, Fasern und Membranen und Bindegewebe derart getrennt werden, dass sie einzelne Gruppen bilden. Nach aussen wird die Media auch hier von einer L. elastica externa, begrenzt. Die Adventitia selbst, die von innen nach aussen lockerer wird, ist nicht so mächtig, wie bei den grössten Gefässen, zeigt aber im Grossen und Ganzen denselben Bau wie dort. Bei einzelnen Arterien (A. renalis, lienalis, dorsalis penis) zeigt sie in ihren inneren Lagen zerstreute, längsverlaufende Muskelzellen, welche aber auch bei Arterien anderen Kalibers und zwar an ihren Gabelungsstellen, vorkommen.

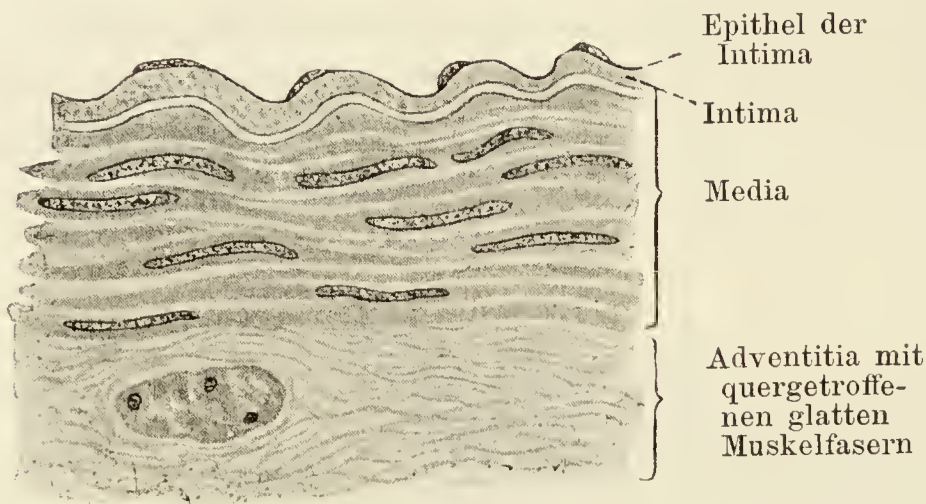


Fig. 195.
Querschnitt durch eine Arterie des Menschen. (Kleinste der Mittleren.) 640mal vergr.

Die Wand der kleinen Arterien besteht vorwiegend aus der muskulösen Ringfaserschicht der Media. Die Intima zeigt nur das Epithel, das der L. elastica interna anliegt; nach aussen von der Elast. ext. folgt die Adventitia, welche lediglich aus wenigem Bindegewebe besteht. Die Vasa vasorum fehlen. Zu diesem Typus gehören die A. supraorbitalis, centralis retinae etc.

Die Arterien des Gehirns zeigen in Bezug auf elastisches Gewebe ein anderes Verhalten, als die gleichgrossen Körperarterien: ihre Elastica interna ist viel mächtiger, in der Ringsmuskelschicht sind die elastischen Fasern viel spärlicher und die longitudinalen Züge derselben treten auffallend zurück (H. Triepel).

In den sogenannten präkapillaren Gefässen besteht die Intima ebenfalls aus der Epithelschicht. Die Elastica interna ist sehr zart. Die Media bildet keine kontinuirliche Lage mehr, sondern besteht aus einzelnen, cirkulär verlaufenden Muskelzellen. Die Adventitia wird von spärlichem Bindegewebe gebildet. Auch hier fehlen die Vasa vasorum.

b) Venen.

Während wir bei den Arterien die Beschreibung des Baues der Wandung nach dem Kaliber des Gefässes durchführen konnten, ist dieses bei den Venen deshalb nicht möglich, weil Venen gleichen Kalibers an verschiedenen Stellen beträchtliche Differenzen im Bau ihrer Wandungen zeigen.

Es ist am zweckmässigsten, hier mit einer Vene mittleren Kalibers anzufangen. Ihre Intima besteht aus drei Schichten: 1. aus einem inneren Epithel; 2. aus einer darunterliegenden, durch Bindegewebe stellenweise unterbrochenen Lage von Muskelzellen und 3. aus einer Bindegewebslage mit viel weniger elastischen, hingegen reichlicher vertretenen Bindegewebsfasern, als es bei den Arterien der Fall ist. Nach aussen wird die Intima durch eine Lamina elastica int. abgeschlossen. Die Media ist im Allgemeinen

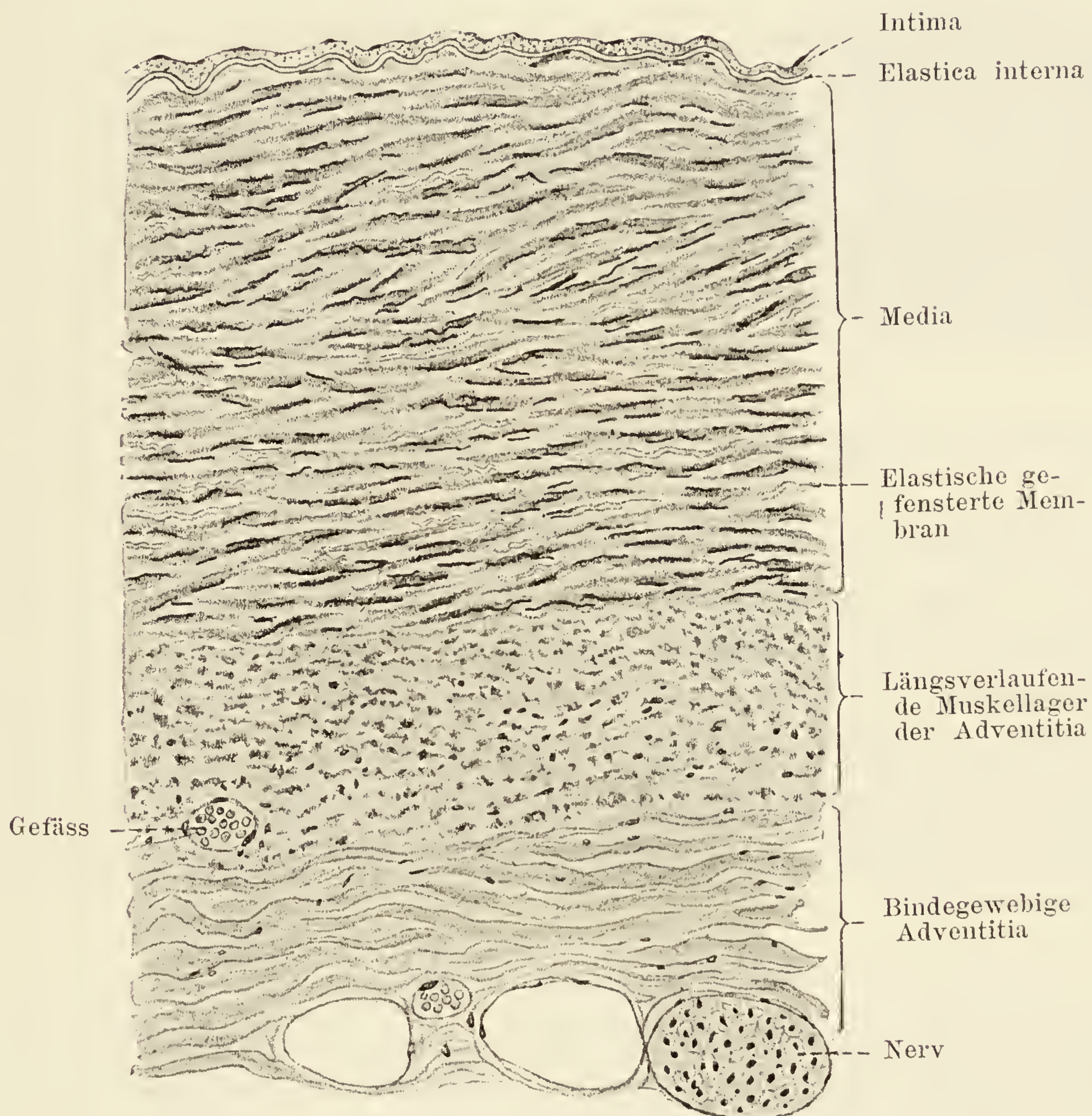


Fig. 196.

Querschnitt durch eine V. jugularis externa des Menschen. Links vom Nerv sieht man zwei grosse und dazwischen ein kleines Blutgefäss — Vasa vasorum. 150mal vergr.

schwächer ausgebildet als bei den Arterien, enthält cirkulär verlaufende Muskelzellen, welche oft keine kontinuirliche Lage bilden, ja sogar einzeln vorkommen können. Die Adventitia zeigt in ihrer oberflächlichen Schicht eine längsverlaufende Muskellage, welche sehr stark ausgebildet sein kann und in diesem Falle hauptsächlich die Muskulatur der Wandung ausmacht. Im Uebrigen ist die Adventitia der hierher gehörigen Venen der der Arterien analog gebaut, aber auch hier wie in der Intima prävaliren Bindegewebselemente.

In der V. cruralis, brachialis und in den subcutanen Venen ist die Muskulatur der Media ziemlich stark entwickelt. In den Jugularvenen, in der V. subclavia, anonyma, in den Venen der Dura und Pia des Gehirnes fehlt in der Media die Muskulatur ganz. Dementsprechend rückt hier die Adventitia mit ihrer Muskulatur an die Intima heran.

Bei kleineren Venen ist die Gefässwand auf ein Epithelrohr, die Elastica interna, eine vielfach durchbrochene, aus ringförmig verlaufenden, glatten Muskelfasern bestehende Media (welche auch fehlen kann) und auf eine Muskelfasern enthaltende Adventitia beschränkt.

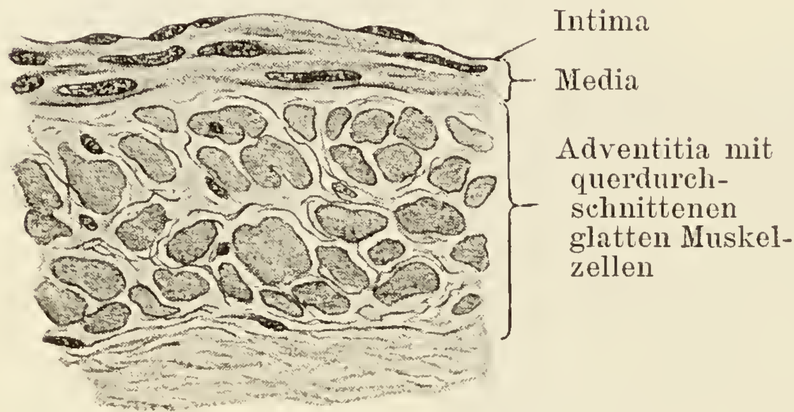


Fig. 197.
Kleine Vene des Menschen. 640mal vergr.

In den präkapillaren Venen, welche im Ganzen dünnwandiger als die gleichnamigen Arterien sind, wird die Intima dünner und die Adventitia noch mehr reduzirt. Die Media fehlt.

Die Klappen der Venen sind an ihren beiden Flächen verschieden beschaffen. Die innere, dem Strome zugekehrte Fläche, besitzt in der Richtung der Längsachse gestreckte Epithelien, im Gegensatz zu der äusseren Fläche, deren Epithel kürzere Zellen aufweist. Die Hauptmasse der Klappe besteht aus Bindegewebe und elastischen Fasern. An der inneren Fläche der Basis der Klappe trifft man cirkulär angeordnete, plattenartig ausgebreitete Muskelzellen an. Unter dem Epithel finden sich auf der inneren Fläche der Klappe mehr elastische Fasern, als auf der äusseren (Ranvier, **89**).

c) Die Kapillaren.

Sie bestehen höchstwahrscheinlich nur aus einem epithelialen Schlauch, der vielleicht an einzelnen Stellen von einer sehr dünnen, strukturlosen Membran und nur selten von specifischen sternförmigen Zellen begleitet wird. In der unmittelbaren Nähe der Kapillaren ist das Bindegewebe insofern etwas modifizirt, als seine Elemente, namentlich die Zellen, der Länge der Achse des Gefässes nach gerichtet erscheinen.

Das Epithel der Kapillaren bildet, an geeigneten Präparaten untersucht, eine kontinuirliche Schicht, deren Zellen in der Regel sehr flach sind und gezackte Konturen aufweisen.

Bekanntlich erfolgt eine Auswanderung der Leukocyten aus den Kapillaren und kleinen Gefässen (vergl. p. 122), womit die Frage verknüpft ist, ob es im Epithel dieser Gefässe und Kapillaren zu diesem Zwecke dienende präformirte Löcher, sogen. Stigmata und Stomata, giebt — eine Frage, die bei Besprechung des Lymphgefässsystems näher berührt wird.

Die Kapillaren verbinden in der Regel die arteriellen und venösen präkapillaren Gefässe und passen sich in ihrer Gesammtform denjenigen Organen an, in welchen sie gelegen sind: in den Muskeln und Nerven etc. bilden sie langgestreckte Netze; Kapillaren, welche sich über grössere Oberflächen ausdehnen, z. B. in den Lungenalveolen, zeigen im Allgemeinen rundliche Maschen; solche, welche in kleinen Ausstülpungen, z. B. in Papillen der Haut liegen, bilden Schlingen. An bestimmten Organen, z. B. in den Läppchen der Leber, sind sie netzförmig angeordnet.

d) Anastomosen, Wundernetze, Sinuse.

Es können in den Gefässbahnen auch plötzliche Wechsel eintreten, welche dadurch entstehen, dass ein kleineres Gefäss mit einem Mal in ein Netzwerk von Gefässen zerfällt, welche nach einer kurzen Strecke abermals zu einem grösseren Gefäss konfluiren; letzteres geht dann später wie gewöhnlich in echte Kapillaren über. Solche Bildungen nennt man „Wundernetze“; sie werden beim Menschen z. B. in der Niere, im Darm etc. angetroffen.

Ausserdem können an Stelle der Kapillaren grössere mit Epithel ausgekleidete Räume eingeschaltet werden (Blutsinus), welche von lockerem Bindegewebe umgeben sind und die Fähigkeit haben, bei stärkerem Blutzufluss oder bei gehemmtem Abfluss des Blutes zu schwellen. Auf diese Weise bilden sie das kavernöse oder das Schwellgewebe (Penis, Nasenschleimhaut etc.).

Sind Gefässe grösseren Kalibers vielfach miteinander verbunden, so kommt es zur Bildung von Gefässplexus; finden diese Verbindungen durch einzelne Gefässe statt (besonders oft in ihrem peripheren Verlaufe), dann spricht man von Anastomosen.

Namentlich wichtig erscheinen aber Verbindungen zwischen Arterien und Venen, die nicht die Natur von Kapillaren haben und da vorkommen, wo eine Ausschaltung der kapillären Verbindung durch gewisse Umstände verursacht werden kann, so z. B. an besonders exponirten Hautstellen (Ohr, Nasenspitze, Zehen), an den Hirnhäuten, in der Niere etc.

B. Lymphgefässsystem.

1. Lymphgefässstämme.

Die Lymphgefässstämme (Ductus thoracicus, Trunci lymphatici und Vasa lymphatica) sind relativ sehr dünnwandig, aber mehr oder weniger nach dem Typus der Venen gebaut. Sie besitzen viele Klappen und ihr Kaliber ist je nach der Füllung äusserst variabel. In leerem Zustand sind sie kollabirt und können dann nur schwer in dem sie umgebendem

Bindegewebe aufgefunden werden. Die Anfänge der Lymphkapillaren bilden im Darm das Chylusgefässsystem, im übrigen Körper die Lymphkapillaren und Lymphspalten (?). In die Lymphbahnen sind Lymphdrüsen eingeschaltet (siehe diese).

2. Lymphkapillaren, Lymphräume und seröse Höhlen.

Die Lymphkapillaren bestehen aus sehr zarten, flachen Epithelzellen, welche etwas grösser sind, als die der Gefässkapillaren und gezacktere Kontouren als jene aufweisen. Auch dadurch sind die Lymphkapillaren von den Gefässkapillaren zu unterscheiden, dass ihr Kaliber innerhalb kleiner Strecken sehr variirt. Die Beziehungen der Lymphkapillaren zu den Gefässkapillaren und den umgebenden Geweben sind vom morphologischen Standpunkte aus eine der schwierigsten Fragen. Die Verbreitung der Lymphkapillaren kann nur an injizirten Objekten studirt werden und es ist sehr begreiflich, dass es an so dehnbaren und zarten Objekten bei dieser Behandlung oft zu Zerreissungen und Extravasaten kommt, wobei die ausgetretene Injektionsmasse sich an Stellen weiter ausbreitet, an welchen ihr der geringste Widerstand geboten wird. Die Frage nach der Präformation solcher injizirten Räume kann nicht endgültig entschieden werden. So viel ist aber sicher, dass je kunstvoller und vorsichtiger die Injektionen gemacht werden, desto grössere Bezirke echter Lymphkapillaren injizirt werden können.

An verschiedenen Orten sind an kleineren Blutgefässen sehr dichte, die letzteren umspinnende Lymphkapillarnetze dargestellt werden. Auch grössere, spaltförmige Räume, deren Wandungen mit Epithel bekleidet sind, umgeben die Gefässe und stehen mit dem Lymphsystem in Verbindung (perivaskuläre Räume). Solche deutlich ausgebildete Räume finden wir beim Menschen, z. B. in den Havers'schen Kanälen des Knochens, an Gefässen des Centralnervensystems u. s. w. Sie besitzen auf der Gefässfläche ebenfalls ein eigenes Epithel und sind, wie die sogenannten perilymphatischen Räume, von mit Epithel bekleideten Bindegewebsbalken durchzogen. Solche Bildungen sind z. B. die perilymphatischen Räume im Gehörorgan, die subduralen Piaräume, der Subarachnoidalraum, die Lymphsinus etc. Die perivaskulären Räume sind bei niederen Thieren, z. B. beim Frosch und den Reptilien, noch deutlicher als bei den Säugethieren ausgebildet. Weiterhin wären noch die sogenannten Saftkanälchen zu erwähnen, welche direkt oder indirekt mit dem Lymphsystem in Verbindung stehen; sie besitzen keine eigene Wand und als Prototyp derselben können die Interspinalräume der Epithelien genannt werden.

Zum Lymphsystem gehören auch die Leibeshöhlen (die Pleura-, Perikardial- und Peritonealhöhle), die Gelenkhöhlen etc. Die Wände aller dieser Höhlen bestehen aus einer bindegewebigen an Lymphgefässen reichen Unterlage und aus einem epithelialen Ueberzug vom Charakter jenes der Lymph-

kapillaren. Es ist unter Umständen in diesem Epithel eine variable Anzahl von Oeffnungen nachzuweisen, welche entweder durch Zellen, wahrscheinlich Leukocyten, verschlossen sind oder nicht. Es sind die sogen. Stigmata und Stomata.

Frühere Ansichten über die letzteren lauteten dahin, dass es präformirte Oeffnungen zwischen den Zellen wären, durch welche Leukocyten bei Diapedesis, bei höherem Blutdrucke auch Erythrocyten, durchwanderten. Später hat man, wenigstens bei der Auswanderung der Leukocyten, angenommen, dass von Seiten dieser Zellen eine Usur der Epithelwand herbeigeführt wird und es schliesslich zur Bildung eines Loches in derselben kommt. Durch die Untersuchungen von Kolossow (**93**) ist diese Frage auf anderem Wege gelöst worden. Dieser Forscher hat nachgewiesen, dass die Epithelzellen der Leibeshöhle mit einander durch protoplasmatische Fortsätze verbunden sind und an ihrer Innenfläche starre Cuticularplättchen besitzen. (Sehr prägnant sind diese Verhältnisse in der serösen Hülle gewisser Reptilien zu sehen.) Zwischen diesen Zellen und zwischen den sie verbindenden Protoplasmasträngen sind Räume vorhanden, die mit den Interspinalräumen der Epidermis verglichen werden können. Bei einer Dehnung der Schicht werden die Interspinalräume grösser, die Deckplättchen weichen auseinander und es kommen auf diese Weise Stomata und Stigmata zu temporärer Ausbildung. Dieselben Prozesse sollen auch bei den kleineren Gefässen, Gefäss- und Lymphkapillaren, vor sich gehen. — Die ganze Frage befindet sich, wie man sieht, noch in der Schwebe.

In den serösen Höhlen, sowie auch in den perilymphatischen Räumen und in den Lymphspalten kommen normal keine zelligen Elemente vor.

C. Glandula carotica, Glomus caroticum.

An der Bifurkationsstelle der Carotis communis liegt, auch beim Menschen, ein längliches, weizenkorngrosses Gebilde, Glomus caroticum. Dasselbe ist im Bindegewebe eingebettet, von vielen Nerven umgeben, ist blutreich und fällt durch eine röthliche Farbe auf. — Die bindegewebige Scheide des Organes sendet in's Innere Septa, welche bestimmte Territorien, Knötchen, abgrenzen. Durch weitere Septirung zerfällt ein jedes in kleinere rundliche Abschnitte, Zellballen.

Eine aus der Carotis int. oder ext. stammende Arterie tritt in das Glomus ein, verzweigt sich vielfach und sendet Aestchen zu jedem der erwähnten Knötchen, in welchem die letzteren in feinere Zweige sich theilen und in die Zellballen eintreten. Hier zerfallen sie in Kapillaren, welche dann an der Peripherie des Zellballens zu kleineren Venen konfluiren, aus denen die das Knötchen verlassenden Stämmchen hervorgehen. Um das Knötchen wird ein venöser Plexus gebildet, aus welchem grössere Venen entspringen, die das Organ an mehreren Stellen verlassen.

Die Zellballen bestehen aus Zellbalken, deren Zellen ausserordentlich empfindlich gegenüber den Reagentien sind. Sie sind rundlich, unregelmässig polygonal und durch spärliches retikuläres Bindegewebe von einander geschieden. Die erwähnten Kapillaren tangiren die Zellbalken direkt, d. h. das Epithel der Kapillaren berührt unmittelbar die Zellen der Zellballen.

Das Organ enthält relativ viele marklose Nerven und wenige Ganglienzellen.



Fig. 198.
Schnitt durch einen Zellballen der Gl. carotica des Menschen. Injektionspräparat. 160fach vergr. Nach Schaper.

Mit dem Alter verändert sich das Organ bis zur Unkenntlichkeit.

Die frühere Ansicht, welche die Entstehung der Karotisdrüse aus einer Kiementasche annahm, ist jetzt durch eine andere ersetzt werden, welche die Entstehung des Organs ausschliesslich aus der Gefässwand herleitet (vergl. namentlich Schaper).

Untersuchungsmethoden für Gefässe.

279. Um die Topographie der Schichtung im Herzen und in den Gefässen zu studiren, fertige man Schnitte von Objekten an, welche in Müllerscher Lösung, Chromsäure u. s. w. fixirt worden sind.

Selbstverständlich werden, wenn Genaueres eruirt werden soll, kleinere Stücke genommen und z. B. mit Chromosmiumgemischen oder mit Sublimat fixirt.

280. Für die Darstellung von Uebersichtsbildern ist eine Durchtränkung mit Celloidin anzurathen.

Im Uebrigen ergiebt sich die weitere Behandlung von selbst: so wird man beispielsweise das Epithel der Intima mit Versilberung zur Anschauung bringen, indem man Silberlösungen in das Gefässsystem einspritzt (vergleiche T. 109). Dann erscheinen die Silberlinien der Epithelien der kleinsten Gefässe und Kapillaren deutlich markirt. Grössere Gefässe müssen aufgeschnitten, die Intima abgelöst und Fetzen ihrer Lamellen untersucht werden.

281. Ueber die Isolation der Muskelzellen des Myokards und der Gefässwände vergl. T. 170—172.

282. Elastische Elemente, Platten und Netze werden am besten aus der Tunica media der Gefässe gewonnen und kleinste Stückchen derselben mit Kalilauge von 33 % oder auch mit 1 % Weinsäure einige Stunden behandelt.

283. Die passenden Färbungen der Schnittpräparate sind diejenigen, welche die elastischen Elemente und die glatten Muskelzellen hervortreten lassen. — Für erstere wende man Orceïn an (vergl. T. 138).

284. Für die Darstellung des Verlaufes der Kapillaren verweisen wir auf die Injektionsmethoden (siehe T. 100 u. ff.).

Die Lymphgefässkapillaren injizire man durch Einstich (T. 111), vergleiche auch die Methode von Altmann (T. 112).

VI. Das Centralnervensystem.

Eine histologische Betrachtung des Centralnervensystems hat Folgendes zu erläutern: 1. die Anordnung der Nervenzellen und Nervenfasern in den verschiedenen Regionen; 2. die gegenseitigen Beziehungen dieser Elemente innerhalb der centralen Nervenorgane. Diese Aufgabe kann an dieser Stelle auch nicht im Entferntesten gelöst werden. Wir müssen uns deshalb begnügen, nur einige Beispiele von den gegenseitigen Beziehungen der Nervenelemente vorzuführen, Beispiele, welche einigermassen typisch für das Ganze sind. Aus diesem Grunde schildern wir hier einiges über den Bau des Rückenmarks, des Klein- und Grosshirns der Ganglien und des Lobus olfactorius.

In unserer Beschreibung folgen wir grösstentheils und vor allem den zusammenfassenden Darstellungen von Golgi (**94**), Ramon y Cajal (**93, 1**), v. Lenhossék (**95**), Kölliker (**93**) und van Gehuchten (**96**).

A. Das Rückenmark.

Ueber die Anordnung der grauen und weissen Substanz im Rückenmarke orientirt man sich am besten an einem Querschnittsbilde. Zu diesem Behufe wählen wir etwa die Region des unteren Halsmarkes und schildern zuerst die Topographie des Schnittes. Wir haben hier in der Medianebene eine ventrale längsverlaufende Fissur (Fissura mediana ant.) und ein dorsal gelegenes Septum.

Die graue Substanz besitzt annähernd die Form eines **H**, dessen horizontaler Schenkel die Kommissuren und den Centralkanal enthält; die vertikalen Schenkel laufen gegen die ventralen und dorsalen Nervenwurzeln aus. Man spricht hier von Vorder- und Hinterhörnern. Die Vorderhörner sind in der Regel voluminöser. An ihrer Seite (lateral) bemerkt man, in den verschiedenen Regionen verschieden ausgeprägt, die sogenannten Seitenhörner.

Im Vorderhorn haben wir drei Gruppen von Ganglienzellen auseinander zu halten: 1. die ventro-mediale Gruppe (Kommissurenzellen); 2. die ventro-laterale (Wurzelzellen) und 3. die Gruppe der Zellen des Seitenhorns, welche hauptsächlich die Strangzellen enthält.

An der medialen Seite der Basis des Hinterhornes finden wir eine besondere Zellen- und Faseranhäufung, die Clark'schen Säulen. Im Hinterhorn selbst befindet sich die Rolando'sche Substanz. — Ausserdem sind in der ganzen grauen Substanz Zellen und Faserzüge, welche später zur Erwähnung gelangen.

Durch die graue Substanz mit den abgehenden Wurzeln wird die weisse Substanz sich zunächst in drei paarige Abtheilungen (Stränge) gesondert: 1. in eine Abtheilung, welche zwischen der vorderen Fissur und dem Vorderhorn liegt, — Vorderstrang; 2. in eine zwischen dem Vorder- und Hinterhorn gelegene Partie — Seitenstrang (Vorder- und Seitenstrang gehören genetisch zusammen und man spricht deshalb nicht mit Unrecht von einem Vorderseitenstrang) und 3. in den zwischen der hinteren Wurzel und dem hinteren Septum gelegenen Hinterstrang — (Funiculi ant., lat., post.).

Durch verschiedene Methoden ist es gelungen, die weisse Substanz noch in feinere Abtheilungen zu zerlegen, von welchen die wichtigsten hier erwähnt werden müssen.

Im Vorderstrang unterscheidet man eine schmale in der ganzen Ausdehnung der Fissur gelegene Zone, welche absteigende, d. h. vom verlängerten Marke kommende Fasern enthält. Es ist die vordere Pyramidenstrangbahn; sie enthält Nervenbündel, welche sich in der Pyramide nicht gekreuzt haben. Die gekreuzten Fasern hingegen liegen im Seitenstrang und bilden die Pyramiden-Seitenstrangbahn. Zwischen der vorderen Pyramidenstrangbahn und dem Vorderhorn liegt das Grundbündel der Vorderstränge.

Im Hinterstrange unterscheiden wir eine mediane, schon von aussen durch eine Einkerbung gekennzeichnete, in den Fasciculus gracilis auslaufende Partie — den Goll'schen Strang; er enthält aufsteigende, d. h. centripetale Fasern. Zwischen ihm und dem Hinterhorn liegt der Burdach-sche Strang oder das Grundbündel des Hinterstranges (Fasc. cuneatus); in demselben verlaufen hauptsächlich die „kurzen Bahnen“, d. h. lokale, benachbarte Partien des Rückenmarkes mit einander verbindende Längsbahnen.

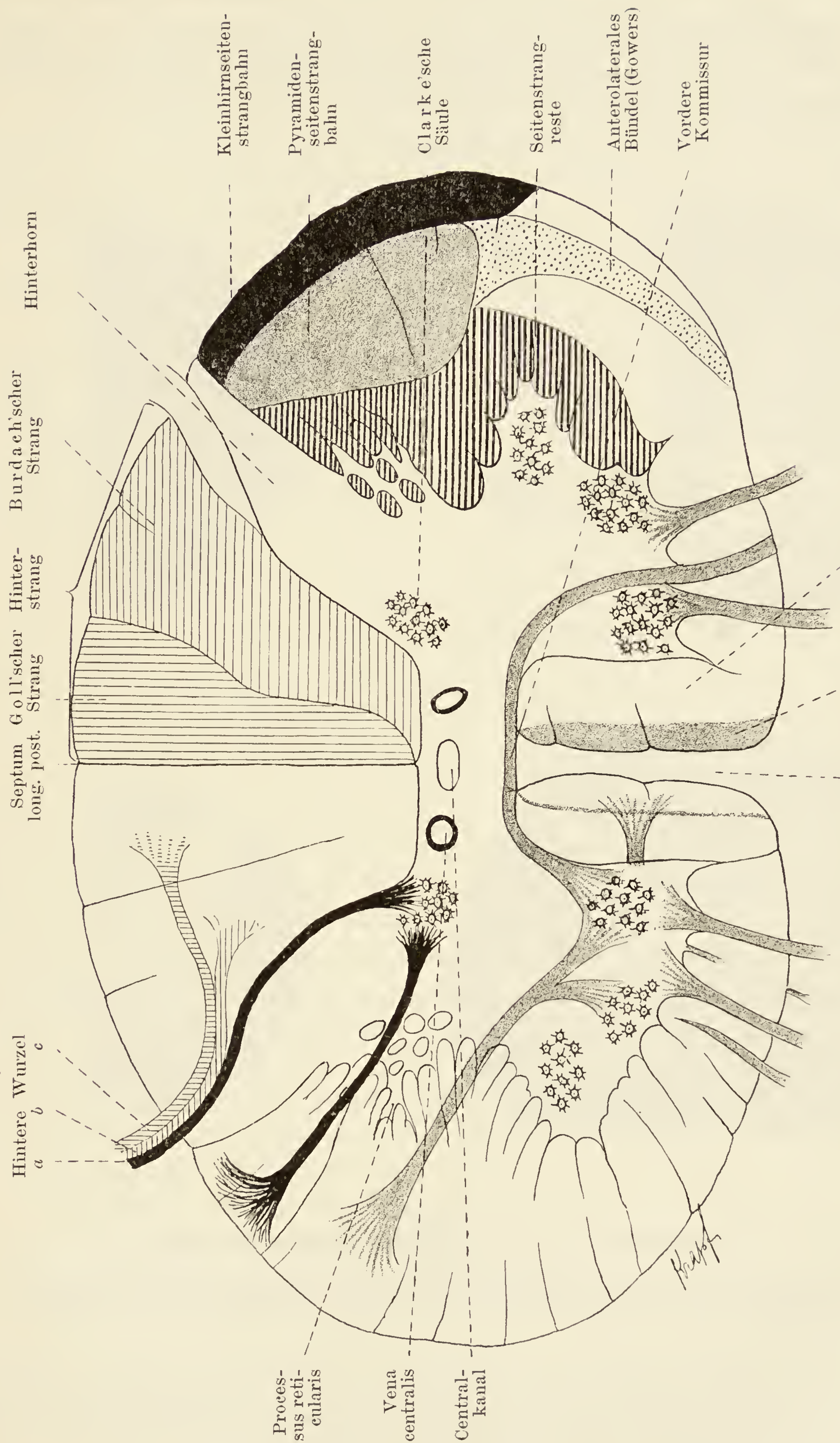


Fig. 199.
Schematischer Querschnitt durch das Rückenmark nach Prof. Ziehen.
Aus v. Bardeleben und H. Haeckel.
a, *b*, *c* Bündel der Hinteren Wurzel.

Im Seitenstrange, nach aussen vom Hinterhorn, bis über die Hälfte der Höhe des Seitenstranges, liegen die aufsteigenden Fasern der Kleinhirnseitenstrangbahn.

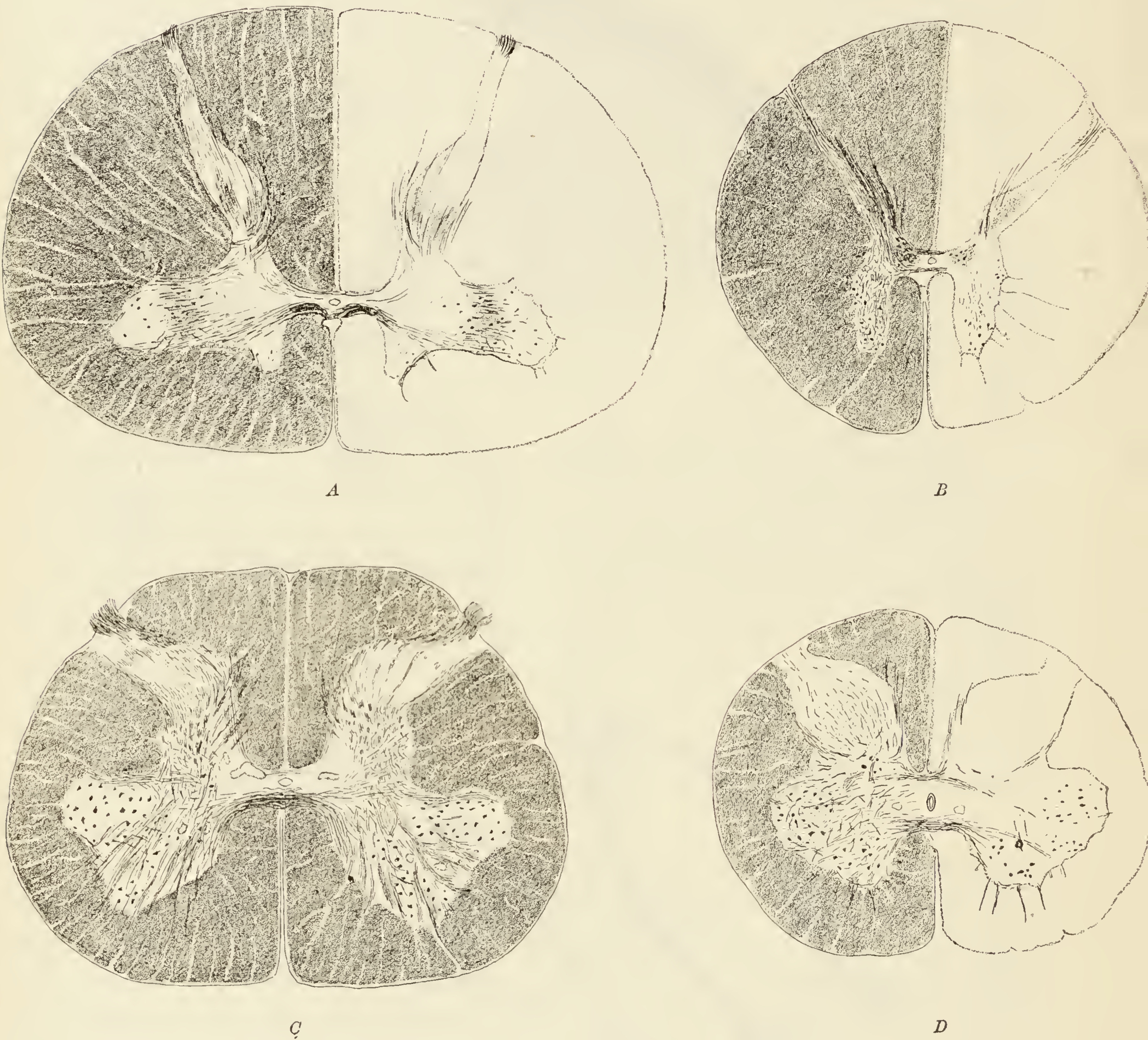


Fig. 200.

Vier Querschnitte des Rückenmarkes des Menschen. 7mal vergr.

A Halsmark in der Höhe der sechsten spinalen Wurzel; *B* Dorsalmark; *C* Lendenanschwellung; *D* Sakralmark. (Vergl. Figurenerklärung zu Fig. 199.) Nach Präparaten von Dr. H. Schmaus.

An der lateralen Partie des Vorder- und Hinterhorns bis zur Pyramidenseitenstrangbahn sind, eine ziemlich breite Zone einnehmend, die Seitenstrangreste gelegen. Sie enthalten kurze Bahnen.

In der ventro-lateralen Partie des Seitenstranges, zwischen die Seitenstrangreste und die Kleinhirnseitenstrangbahn bis zur Pyramidenseitenstrang-

bahn sich einkeilend, liegen die antero- (oder ventro-) lateralen Stränge — Gowers'sche Stränge. Sie enthalten aufsteigende Fasern.

Die Konfigurationen der Rückenmarksquerschnitte und das gegenseitige Verhalten der grauen und weissen Substanz sieht man an den beigegebenen Figuren, welche verschiedene Regionen des Rückenmarkes eines und desselben erwachsenen Menschen darstellen.

Die graue Substanz setzt sich aus Zellen und Fasern zusammen. Die Ganglienzellen sind:

1. Die Wurzelzellen. Sie liegen in der ventro-lateralen Partie des Vorderhorns und senden ihre Neuriten in die vorderen Wurzeln. Die Dendriten dieser Zellen zerfallen in laterale, dorsale und mediale. Die beiden ersteren endigen im Vorder- und Seitenstrange, die medialen in der Region der vorderen Kommissur. Einige von den medialen Dendriten können die Medianebene überschreiten und mit ähnlichen Fortsätzen der anderen Seite eine Art Kommissur bilden.

2. Die Kommissurenzellen. Sie liegen, der Hauptsache nach, in der medialen Gruppe des Vorderhorns. Sie kommen aber auch zerstreut in anderen Regionen der grauen Substanz vor. Ihre Neuriten bilden mit den gleichen Neuriten der anderen Seite die vordere gekreuzte Kommissur. Nachdem die Neuriten in die weisse Substanz der anderen Seite eingetreten sind, theilen sie sich dort T-förmig in einen ab- und aufsteigenden Ast.

3. Strangzellen, kleine multipolare Elemente, zu denen namentlich die Zellen des Seitenhorns gehören; sie liegen aber auch zerstreut in der ganzen grauen Masse und senden ihre Neuriten auf kürzestem Wege in den Vorder-, Seiten- oder Hinterstrang. Die Clarke'sche Säule, Nucleus dorsalis N. (Stillingi, Clarkii) enthält zweierlei Zellen: 1. Zellen, deren Neuriten zur vorderen Kommissur gehen, Kommissurenzellen und 2. Zellen, deren Neuriten wahrscheinlich in die Kleinhirnseitenstrangbahn derselben Seite übergehen.

4. Plurikordonale Zellen, d. h. solche, deren Neuriten in der grauen Substanz sich zwei- oder dreimal theilen, und deren Theilungsäste in verschiedene Stränge der weissen Substanz derselben oder auch der anderen Seite des Rückenmarkes eintreten. Im letzteren Falle muss ein Ast derselben durch die Kommissur verlaufen.

5. Zellen in der Substantia gelatinosa (Rolandi) mit kurzem, sich vielfach verzweigendem Neuriten, der nach kurzem Verlauf in der grauen Masse endigt (Golgi'sche Zellen).

Das Hinterhorn enthält: 1. die Grenzzellen. Sie liegen oberflächlich in der hinteren Partie des Hinterhornes. Ihre Neuriten ziehen eine Strecke weit durch die Substantia gelatinosa (Rolandi) und gehen dann in den Seitenstrang über; 2. die spindelförmigen Zellen. Sie sind die kleinsten im Rückenmark und besitzen ausserordentlich üppig verzweigte, zahlreiche Dendriten, welche sich bis zur Wurzel des Hinterhorns erstrecken. Ihre Neuriten, die entweder vom Zellenleib oder vom Dendriten

entspringen, gehen in den Hinterstrang über; 3. die sternförmigen Zellen. Ihre Dendriten verzweigen sich einerseits in der Rolando'schen Substanz, andererseits gehen sie in die Burdach'schen Stränge über.

Die Ganglienzellen der hinteren Wurzeln liegen im Spinalganglion. Die Zellen des letzteren sind bei Embryonen ausgesprochen bipolar. Während der weiteren Entwickelung rücken ihre beiden Fortsätze zusammen, verschmelzen dann eine Strecke weit miteinander und es kommt so zur Bildung von Zellen mit einem sich T-förmig theilenden Fortsatz. Es sind also eigentlich zwei Fortsätze, die in der Nähe der Zelle zu einem einzigen ver-

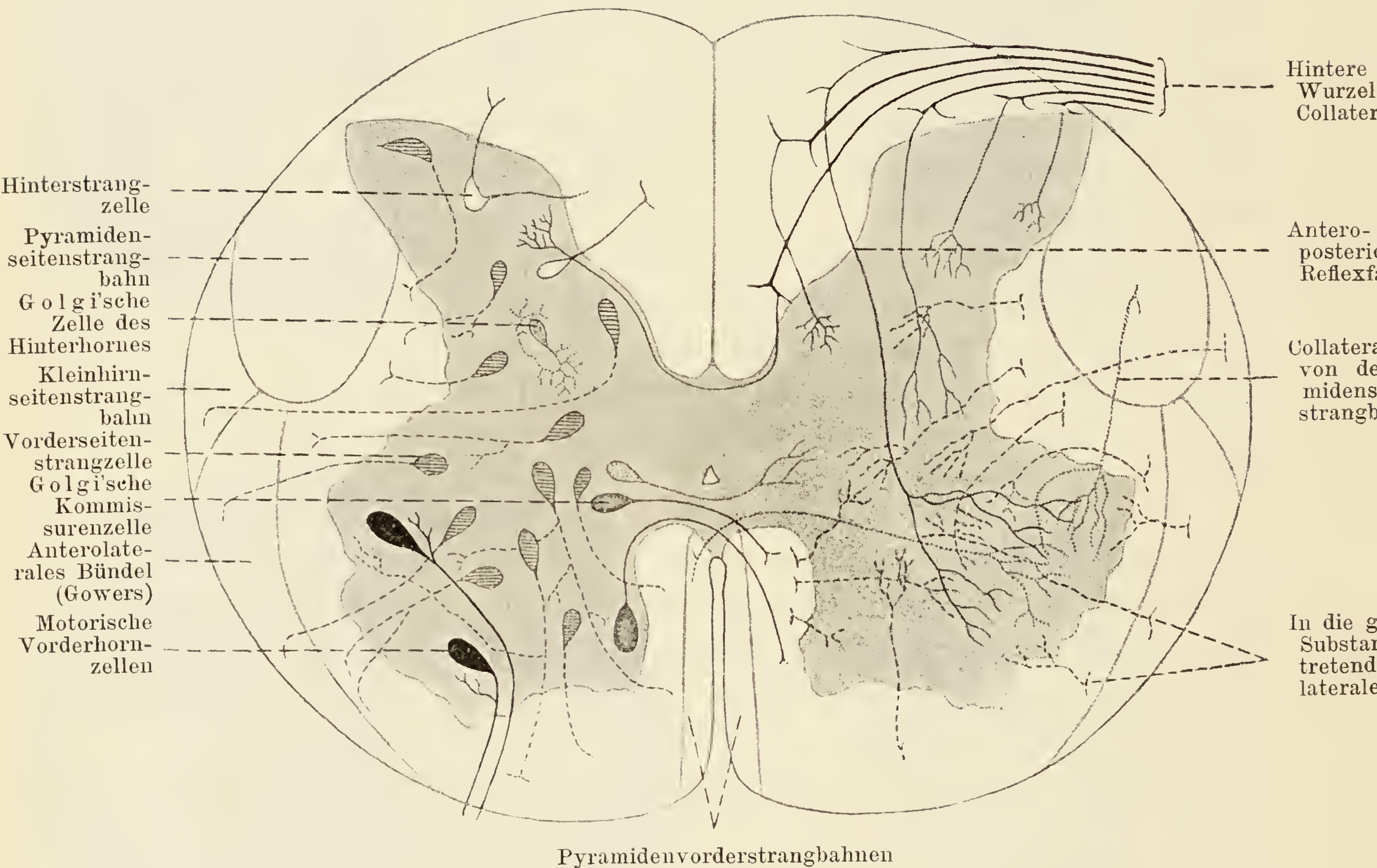


Fig. 201.

Schema des Rückenmarkes auf dem Querschnitt nach v. Lenhossék.

schmolzen sind. Der peripherwärts gerichtete Fortsatz des T muss als Dendrit der Zelle, der zu dem Rückenmark gehende als Neurit aufgefasst werden. Der letztere nun tritt mit der hinteren Wurzel der Hauptsache nach in den Hinterstrang und theilt sich dort in einen auf- und absteigenden Ast. Beide Aeste senden zahlreiche Collateralen aus, die z. Th. in der Substantia gelatinosa, zwischen den Ganglienzellen derselben, endigen, z. Th. in die Clarke'schen Säulen übergehen, z. Th. weit, bis in das Vorderhorn eindringen, um dortselbst mit Telodendrien die motorischen Ganglien zu umspinnen. Die letzteren Faserzüge bilden den Hauptbestandtheil der sog. antero-posterioren- oder Reflexbündel. Alle bis jetzt beschriebenen

Fasern der hinteren Wurzeln sind centripetale Fasern. Ausserdem giebt es in den Hinterwurzeln auch noch centrifugale Fasern, welche gewissen Zellen des Vorderhornes entstammen und, ohne Collateralen abzugeben, durch das Hinterhorn bis in das Spinalganglion vordringen (v. Lenhossék'sche Fasern **90**).

Die weisse Substanz des Rückenmarkes besteht 1. aus längsverlaufenden Neuriten, welche aus der grauen Substanz kommen, eine Strecke weit in der weissen verlaufen, um unter Abgabe verschiedener Collateralen sich wieder in die graue Substanz einzusenken, wo ihre Telodendrien in Kontaktbeziehung zu Ganglienzellen treten (kurze Bahnen); 2. aus den sogenannten langen Bahnen, d. h. Fasern, welche entweder zum oder vom Gehirn ziehen und in einer ähnlichen Weise wie die soeben betrachteten Neuriten in Beziehung zu den Ganglienzellen des Rückenmarkes treten.

Die Faserzüge innerhalb der grauen Substanz stammen aus den Collateralen der Neuriten der weissen Substanz und sind 1. die im Vorderhorne einen starken Plexus bildenden Collateralen des Vorderstranges; 2. die quer zum Centralkanal ziehenden Collateralen des Seitenstranges. Die letzteren liegen in dichter Anordnung in der Nähe der Clark'schen Säulen und biegen um den Centralkanal, um mit den gleichen Fasern der anderen Seite das vordere Bündel der hinteren Kommissur zu bilden; 3. die Collateralen des Hinterstranges; sie bilden a) zahlreiche Endnetze an der Spitze des Hinterhornes; b) einen bereits erwähnten Faserzug zum Vorderhorn und c) einen solchen, der in der Clark'schen Säule endet.

Wir erwähnen schliesslich noch der beiden Kommissuren. Die vordere besteht 1. aus den Neuriten der Kommissurenzellen; 2. aus den Dendriten der lateralen Gruppe des Vorderhorns; hierzu kommen noch 3. die Collateralen des Vorderseitenstranges, welche in der grauen Substanz der anderen Rückenmarkseite endigen. Die hintere Kommissur setzt sich wahrscheinlich aus den Collateralen sämmtlicher Stränge zusammen. Das hintere Bündel der Kommissur kommt vom Hinterstrange, das mittlere von der hinteren Partie des Seitenstranges, das vordere, schwächste, aus der vorderen Partie des Seitenstranges, vielleicht auch aus dem Vorderstrang.

B. Die Kleinhirnrinde.

An der Kleinhirnrinde unterscheidet man 1. eine äussere molekuläre Schicht, 2. die Schicht der Körner (rostbraune Schicht) und 3. den Markstrang.

Die molekuläre Schicht enthält zweierlei Nervenzellen: 1. die Purkinje'schen Zellen, welche an der Grenze der Körnerschicht gelegen sind und 2. die sternförmigen Zellen. Die Purkinje'schen Zellen besitzen grosse rundliche Körper (etwa 60 μ), von welchen nach aussen zu,

in der Regel ein oder nur wenige mächtige Dendriten ausgehen. Sie verzweigen sich vielfach und ihre Gesammtverzweigung bildet die Figur eines Hirschgeweihes. Sie reichen fast bis zur Peripherie der Kleinhirnrinde. Auf einem senkrecht zu den Furchen geführten Schnitte sieht man, dass die Verzweigungen dieser Zellen nahezu in einer Ebene gelegen sind, welche senkrecht zu der Richtung der Furchen verläuft, so dass ein Längsschnitt durch

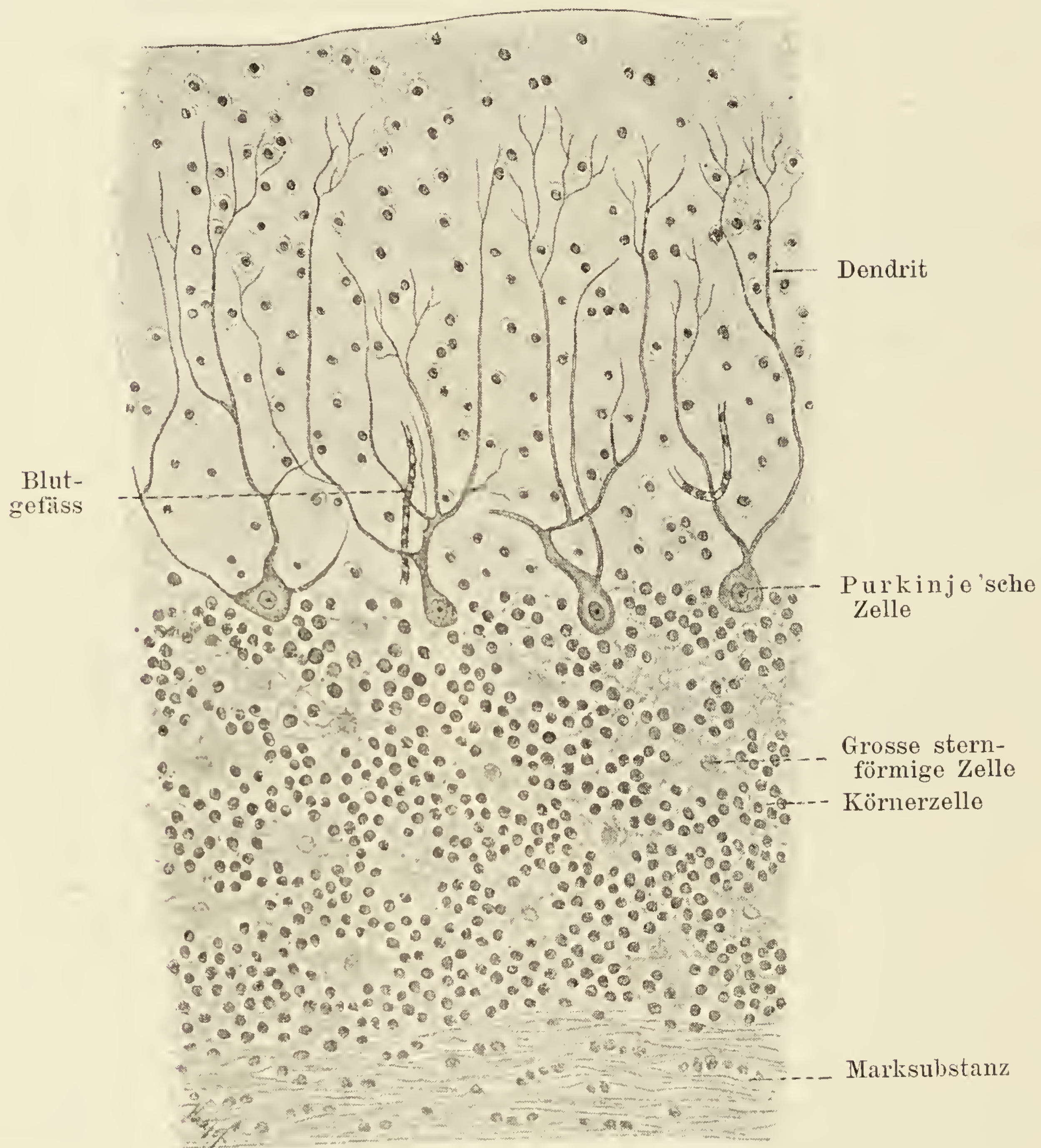


Fig. 201.

Schnitt durch die Kleinhirnrinde des Menschen, senkrecht auf die Windung. Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit. 115mal vergr.

die letzteren die Profilansicht der Zellen zeigen würde. Sie verhalten sich etwa wie ein an einem Spalier gezogener Baum. Die Neuriten der Purkinje-schen Zellen entspringen am basalen (inneren) Ende der Zellen und verlaufen durch die Körnerschicht zur Markschicht. Innerhalb der Körnerschicht entsenden sie einige Collateralen, welche zurück zur Molekularschicht sich begeben und in der Nähe der Körper der Purkinje'schen Zellen mit Telodendrien enden. Die sternförmigen Zellen liegen in verschiedenen Höhen

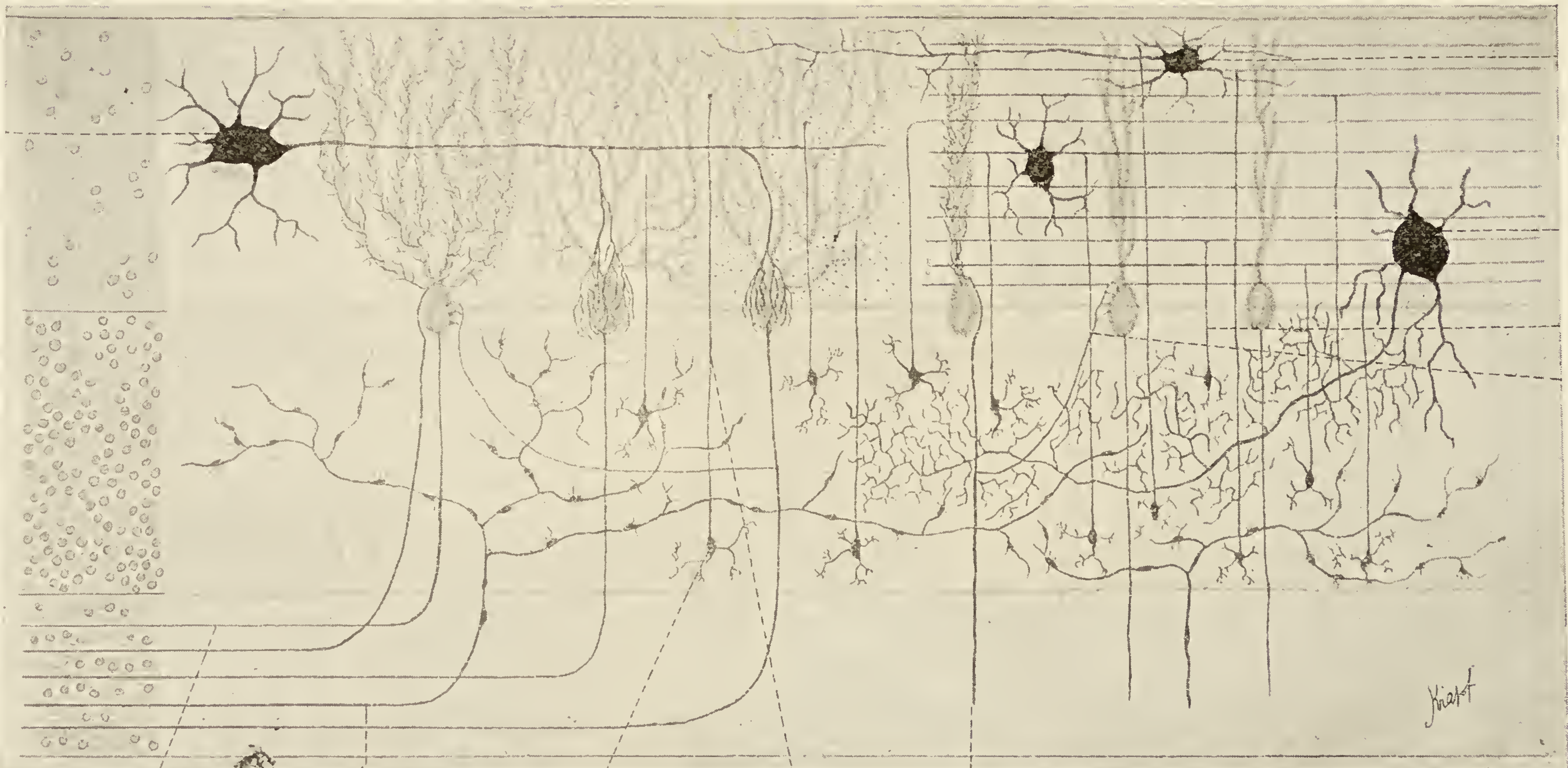


Fig. 202.

Schema der Kleinhirnrinde.

A bei gewöhnlicher Kernfärbung, unter Weglassung der Purkinje'schen Zellen. *B* senkrecht auf die Windung. *C* Längsschnitt durch die Windung. *B* und *C* mit Chromsilbermethode.

der molekulären Schicht. Besonders wichtig ist das Verhalten ihres Neuriten. Er liegt in derselben Ebene wie die Dendriten der Purkinje'schen Zellen, läuft parallel zur Oberfläche der Windungen und besitzt 1. kurze, sich wenig verzweigende Collateralen und 2. solche Collateralen, welche in der Höhe der Körper der Purkinje'schen Zellen sich abzweigen und mit Telodendrien eigenthümlicher Art die Körper dieser Zellen umspinnen (troddelförmige Telodendrien).

Die Körnerschicht enthält ebenfalls zweierlei ganglióse Elemente: 1. die sogenannten Körnerzellen (kleine Ganglienzellen) und 2. die grossen sternförmigen Zellen. Die Dendriten der Körnerzellen sind kurz,

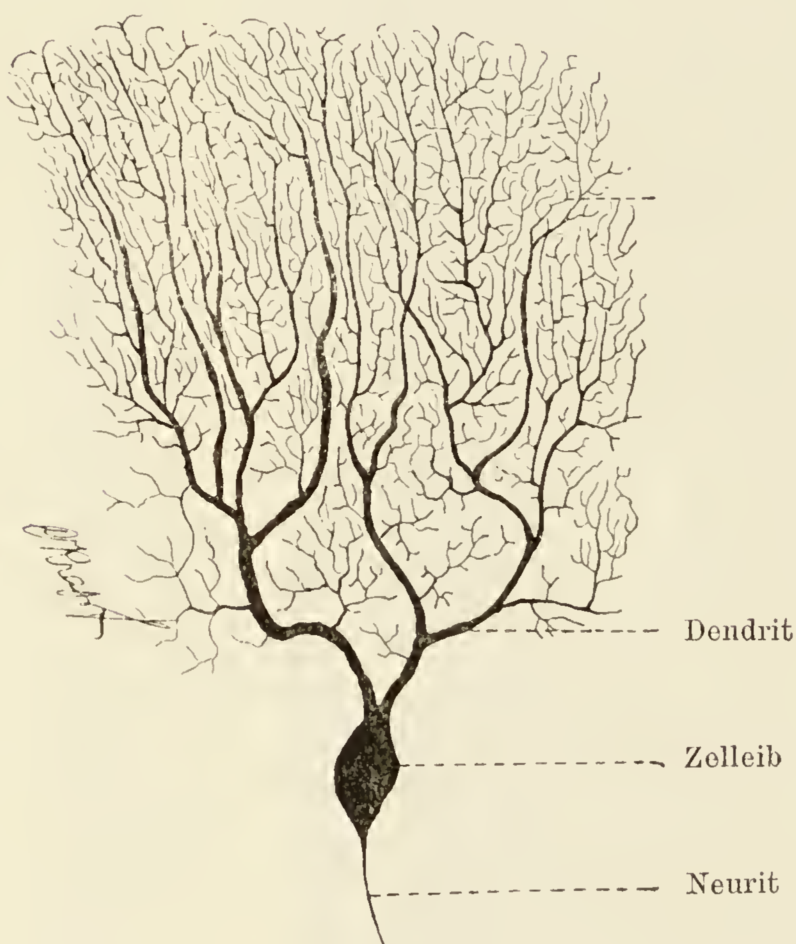


Fig. 203.
Purkinje'sche Zelle aus der Kleinhirnrinde des Menschen. Chromsilbermethode. 120mal vergr.

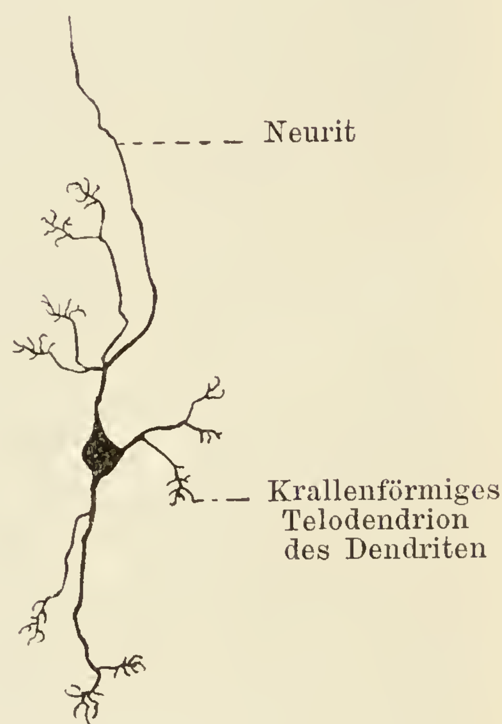


Fig. 204.
Körnerzelle aus der Körnerschicht des Kleinhirnes vom Menschen. Chromsilbermethode. 100mal vergr.

wenig zahlreich (3—6), verzweigen sich wenig und enden mit kurzen, krallenartigen Telodendrien. Ihre Neuriten steigen senkrecht gegen die Oberfläche auf und begeben sich zur molekulären Schicht. In verschiedenen Höhen der letzteren theilen sie sich T-förmig und beide Aeste verlaufen parallel zur Oberfläche des Kleinhirns in der Ebene, welche senkrecht zu jener liegt, in welcher die Purkinje'schen Dendriten sich verbreiten. Die Gesammtsumme dieser T-förmigen Neuriten ergiebt die Parallelfaserung der molekulären Schicht des Kleinhirns. Es ist anzunehmen, dass die Parallelfasern während ihres Verlaufes in Kontaktbeziehungen zu den Dendriten der Purkinje'schen Zellen treten. Die grossen sternförmigen Zellen sind in einer ge-

ringeren Zahl vertreten und liegen in der Nähe der molekulären Schicht, z. Th. auch in der letzteren selbst; ihre Dendriten verzweigen sich nach allen Richtungen und gehen hauptsächlich in die molekuläre Schicht über. Die kurzen Neuriten senden zahlreiche Collateralen ab, welche mit ihren Telodendrien an den Körnerzellen endigen.

Die Marksubstanz enthält 1. die bereits erwähnten centripetalen Dendriten der Purkinje'schen Zellen und 2. und 3. centrifugale Neuriten, die Moos- und Kletterfasern. (Die Lage der zugehörigen Nervenzellen ist nicht bekannt.)

Die Moosfasern verzweigen sich in der Körnerschicht, zahlreiche Zweige bildend. Sie sind nicht gleichmässig dick, sondern sind an verschiedenen Stellen mit typischen Anschwellungen versehen. Ueber die Körnerschicht reichen diese Fasern nicht hinaus. Die Kletterfasern durchqueren die Körnerschicht, innerhalb welcher einige Collateralen abgegeben werden, welche sich bis zu den Purkinje'schen Zellen erstrecken und sich dort entlang der Hauptfortsätze der Dendriten dieser Zellen, an welchen sie gleichsam emporklettern, verzweigen.

C. Die Grosshirnrinde.

Von aussen nach innen gerechnet unterscheidet man an der Grosshirnrinde folgende Schichten: 1. eine molekuläre Schicht, 2. die Schicht der kleinen Pyramiden, 3. die Schicht der grossen Pyramiden, 4. die der polymorphen Zellen und 5. die des Markstrahls oder die Marksubstanz.

Wenn wir vorläufig vom Neuroglia-Gewebe absehen, so finden wir in der molekulären Schicht eine sehr grosse Zahl von Nervenfasern, welche sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen, im Allgemeinen aber doch parallel zur Oberfläche des Gehirns verlaufen. In dieser Schicht befinden sich 1. die büschelförmigen Telodendrien der Hauptfortsätze der Pyramidenzellen, 2. die Ausläufer der aufsteigenden, hauptsächlich aus den polymorphen Zellen entspringenden Neuriten und 3. auch autochthone Fasern, d. h. solche, welche den Zellen der molekulären Schicht selbst entstammen und ihre Endausbreitung ebenfalls in der letzteren finden. Die Zellen der molekulären Schicht lassen drei Haupttypen unterscheiden: a) die polygonalen Zellen; dieselben haben 4—6 Dendriten, welche sich hauptsächlich in der molekulären Schicht ausbreiten, gelangen aber mitunter auch in die nächst tiefer gelegene Schicht der kleinen Pyramiden. Ihr Neurit läuft entweder horizontal oder schräg, entspringt vom Körper der Zelle selbst oder auch von einem ihrer Dendriten und giebt eine grosse Anzahl von sich verzweigenden Collateralen ab, welche mit knopfförmigen Verdickungen enden; b) spindelförmige Zellen, deren spitze Enden in lange parallel der Hirnoberfläche verlaufende

Dendriten sich fortsetzen. Von den letzteren zweigen sich, annähernd unter rechtem Winkel und hauptsächlich von der der Oberfläche zugekehrten Seite aus zahlreiche Fädchen ab, welche durchaus den Charakter von Neuriten, resp. der Collateralen haben. Sie verzweigen sich in der molekulären Schicht selbst. c) Dreieckige oder sternförmige Zellen. Sie sind den eben sub b betrachteten Zellen ähnlich, besitzen aber nicht zwei

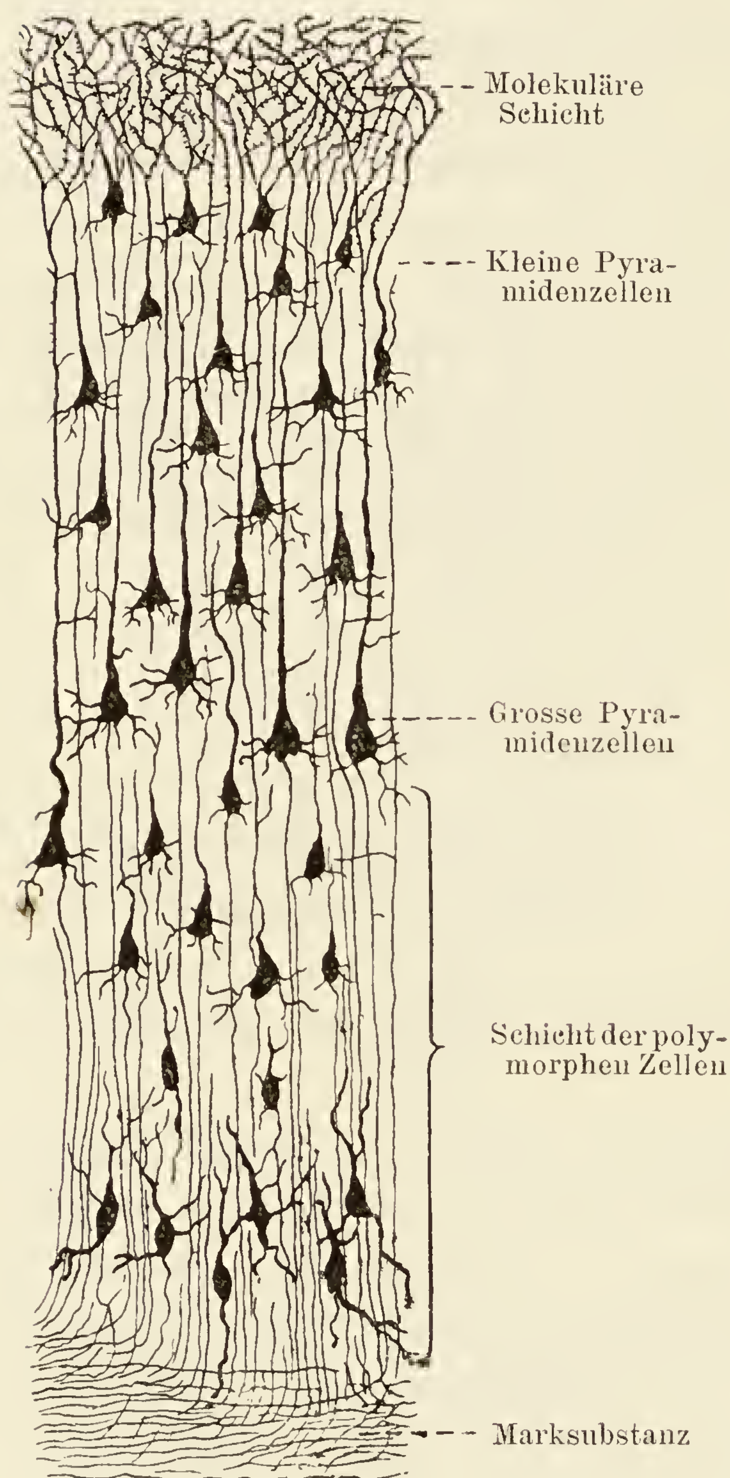


Fig. 205.
Schema der Grosshirnrinde nach Golgi und Ramón y Cajal.

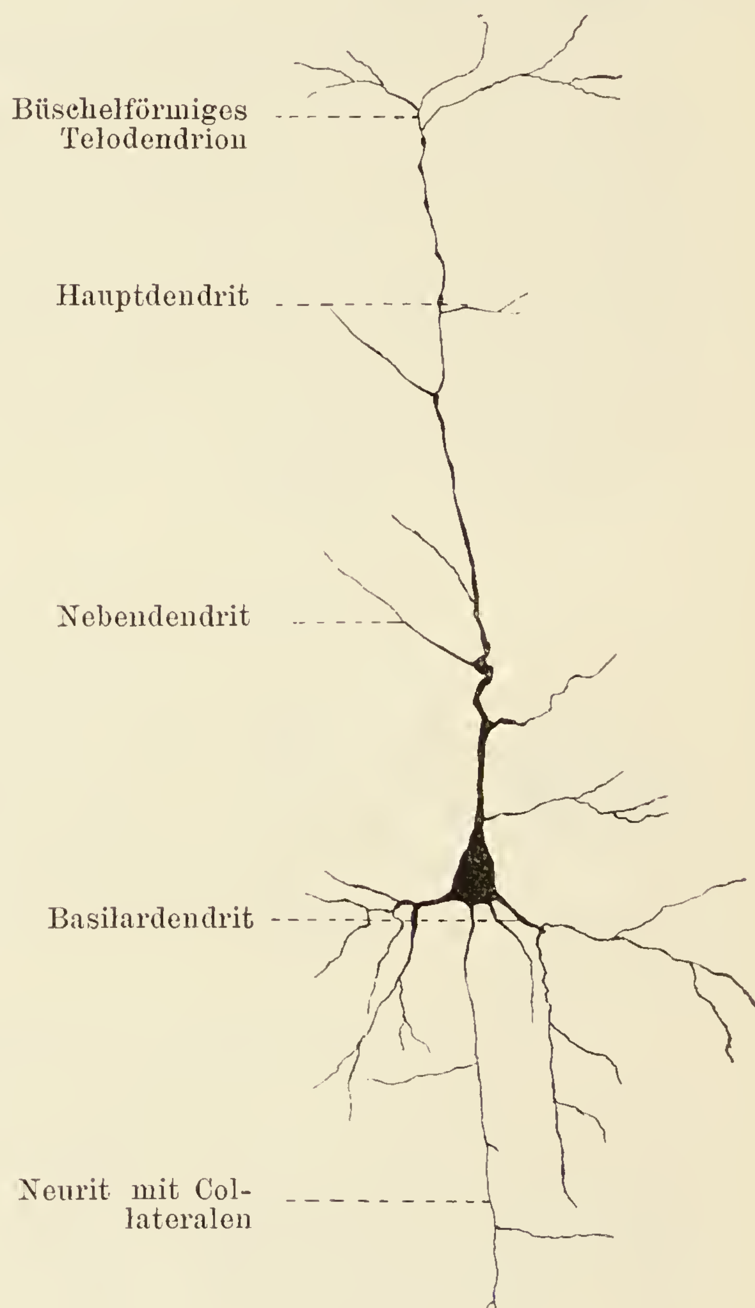


Fig. 206.
Grosse Pyramidenzelle aus der Grosshirnrinde des Menschen. Chromsilbermethode. 150mal vergr.

sondern drei Dendriten. Typus b und c mit ihren zahlreichen, neuritenähnlichen, von den Dendriten abgehenden Fortsätzen, sind also für die Grosshirnrinde eigen.

Die Elemente, welche die zweite und dritte Schicht der Grosshirnrinde hauptsächlich charakterisiren, sind die kleinen (ca. 10 μ im Dm. messenden) und grossen Pyramidenzellen (20—30 μ). Man unterscheidet an ihnen einen dreieckigen Körper (die Basis des Dreieckes liegt nach innen

und parallel der Hirnoberfläche), einen zur Hirnoberfläche aufsteigenden Dendriten, den man als Haupt-, Principal- oder Primordialdendrit bezeichnet (letztere Bezeichnung bezieht sich auf die frühe embryonale Entstehung dieses Fortsatzes), mehrere Basilardendriten (welche letzteren meistens von der Basalfläche des Zellkörpers entspringen) und einen Neuriten, der in der Regel ebenfalls von der Basis des Zellkörpers, seltener von einem der basalen Dendriten ausgeht und gegen die Marksubstanz sich begiebt. Der aufsteigende oder der Hauptdendrit giebt eine Anzahl von Seitenzweigen ab, welche sich vielfach verzweigen und schliesslich frei auslaufen, worauf er weiter, bis zur molekulären Schicht sich hinauf begiebt, in welcher seine Aeste, indem sie büschelförmig auseinanderweichen, endigen. Der Neurit giebt in der grauen Substanz auf seinem Wege zur weissen 6—12 Collateralen ab, welche nach einer zwei- bis dreimaligen Theilung ihr Ende finden.

4. Die Schicht der polymorphen Zellen. Wenn man davon absieht, dass in dieser Schicht noch einzelne grosse Pyramidenzellen anzutreffen sind, besteht sie der Hauptsache nach a) aus multipolaren Zellen mit kurzem Neurit (Golgi'sche Zellen) und b) aus Zellen mit nur wenig verzweigten Dendriten und mit einem gegen die Oberfläche verlaufenden Neuriten (Martinotti'sche Zellen). Diese beiden Zellenarten finden sich jedoch nicht ausschliesslich in der Schicht der polymorphen Zellen, sondern werden auch in der Schicht der kleinen und grossen Pyramiden vereinzelt angetroffen.

Die Golgi'schen Zellen senden ihre Dendriten nach allen Richtungen aus. Diejenigen von ihnen, welche dem Markstrahl nahe gelegen sind, dringen sogar bis in den letzteren hinein. Der kurze Neurit löst sich in zahlreiche Collateralen auf, deren Telodendrien in der Nähe der benachbarten Ganglienzellen liegen.

Die Martinotti'schen Zellen, welche, wie bereits erwähnt, in der zweiten und dritten Schicht ebenfalls vorkommen können, sind entweder spindelförmig oder dreieckig; ihr Neurit stammt entweder vom Körper oder von einem ihrer Dendriten ab, steigt unter Abgabe von einigen Collateralen bis zur molekulären Schicht, in welcher er, in zwei bis drei Hauptzweige sich theilend, mit Telodendrien endigt. Seltener verbreitet er sich in ähnlicher Weise in der Schicht der kleinen Pyramiden.

5. In der Marksubstanz kann man folgende vier Faserarten unterscheiden: a) die Projektionsfasern (centrifugale) d. h. solche, welche die Elemente der Hirnrinde mit der Peripherie des Körpers verbinden, was nicht auf direktem Wege, sondern erst nachdem die Fasern in den grossen Hirnganglien etc. eine Unterbrechung erlitten haben, geschieht; b) die Kommissurenfasern; nach der ursprünglichen Definition sind es solche Fasern, welche im Balken und in der Commissura ant. verlaufen und welche symmetrische Stellen beider Hemisphären verbinden; c) Associationsfasern; sie verbinden verschiedene Partien der grauen Substanz einer und derselben Hemisphäre

miteinander und schliesslich d) die centripetalen oder die Endfasern, d. h. die Endausbreitungen solcher Neuriten, deren Zellen an einem anderen Orte derselben Hemisphäre oder der anderen, oder aber in einer anderen Region des Nervensystems liegen.

Die Projektionsfasern können aus den Pyramidenzellen, ja vielleicht auch aus einigen der polymorphen Zellen stammen.

Die Kommissurenfasern entspringen ebenfalls aus den Pyramidenzellen und liegen in der weissen Substanz etwas tiefer als die Associationsfasern; sie verlaufen mit Ausnahme derjenigen, welche die Cunei verbinden und in der vorderen Hirnkommissur gelegen sind, alle im Balken. Diese Fasern geben während ihres Verlaufes in der Hemisphäre bis zu ihrer Endausbreitung zahlreiche Collateralen ab, welche an verschiedenen Stellen in die graue Substanz eindringen und dort als Endfasern enden. Diese Art und Weise der Verzweigung widerspricht also der alten Definition der Kommissurenfasern, und man muss dieselbe dahin ergänzen, dass ausser den symmetrischen Punkten beider Hemisphären durch ihre Collateralen noch viele andere Punkte resp. Bezirke der grauen Substanz mit dem Ausgangspunkt der Fasern verbunden werden (Ramon y Cajal **93**).

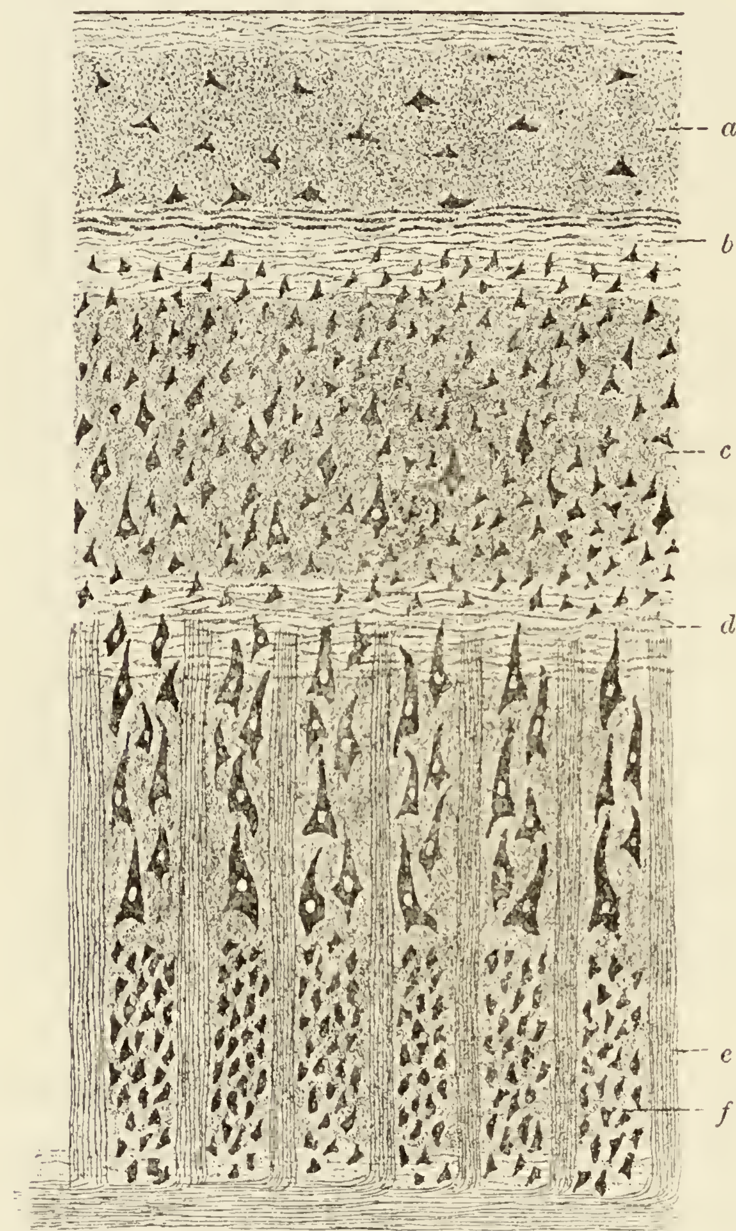


Fig. 207.

Schema der Grosshirnrinde.

a Molekuläre Schicht mit oberflächlichen (tangentialen) Fasern; *b* Bechtereff-Kaes'sche Streifen; *c* Schicht der kleinen Pyramiden; *d* Baillarger'scher Streifen; *e* radiäre Bündel der Marksubstanz; *f* Schicht der polymorphen Zellen.

Die Associationsfasern stammen ebenfalls hauptsächlich aus den Pyramidenzellen; in der Marksubstanz theilt sich ihr Neurit T-förmig und senkt sich nach einem kürzeren oder längeren Verlauf in derselben in die graue Substanz derselben Hemisphäre ein, worin er sich als Endfaser ausbreitet. Aber es werden schon vorher einige Collateralen abgegeben, welche ebenfalls als Endfasern in der grauen Substanz endigen. Die Associationsfasern bilden die Hauptmasse des Markstrahles.

Betrachtet man einen senkrechten Durchschnitt durch eine Grosshirnwindung, so bemerkt man, je nach der Region mehr oder weniger deutlich, eine Aufeinanderfolge von weissen, tangential (parallel der Oberfläche) ver-

laufenden Faserzügen, Streifen, zwischen den uns schon bekannten Schichten. An der Oberfläche der Windung verlaufen tangentiale Fasern. Zwischen der molekulären und der Schicht der kleinen Pyramiden, z. Th. in der letzten selbst befindet sich der Streifen von Bechterew und Kaes. In der Region der grossen Pyramiden, je nach der Region des Hirns verschieden tief, der Streifen von Baillarger (Gennari) (entspricht dem Vicq d'Azyrschen Streifen im Cuneus). In Figur 207 unten liegt die Marksubstanz, welche in die graue Substanz einstrahlt, parallele Faserbündel bildend; diese reichen in Wirklichkeit viel höher als es im Schema angegeben ist.

D. Bulbus olfactorius.

Am Bulbus olfactorius unterscheiden wir fünf Schichten, welche an der ventralen Seite desselben gut ausgeprägt sind: 1. die peripheren Nervenfasern; 2. die Schicht der Glomeruli olfactorii; 3. das Stratum gelatinosum oder die Molekulärschicht; 4. die Schicht der Pyramidenzellen (Mitralzellen, Troddelzellen) und 5. die Körnerschicht mit den tiefen Nervenfasern.

Die Schicht der peripheren Fasern besteht aus Nervenbündeln des N. olfactorius, welche sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen und einen Plexus bilden.

Die Schicht der Glomeruli enthält eigenthümliche, regelmässig angeordnete, rundliche oder ovale, ziemlich scharf abgegrenzte Gebilde, welche zuerst von Golgi richtig gedeutet worden sind. Sie heissen Glomeruli (100—300 μ gross) und sind Komplexe ineinander greifender Telodendrien. Wie wir sehen werden (s. Geruchsorgan), ist die Riechzelle in der Regio olfactoria als eine periphere Ganglienzelle aufzufassen, deren centripetaler (basaler). Fortsatz als ein Neurit betrachtet werden muss. Die Telodendrien dieser Neuriten treten in den Glomerulis olfactoriis mit den Endramifikationen der Dendriten der Mitralzellen resp. anderer Zellen in Kontakt.

Die molekuläre Schicht enthält kleine spindelförmige Ganglienzellen. Ihre Neuriten gehen in die fünfte Schicht über; ihre kurzen Dendriten enden mit Endramifikationen in den Glomerulis.

Die bereits erwähnten Mitralzellen (Troddelzellen) haben ihren Neuriten an der dorsalen Seite. Dieser geht ebenfalls in die Körnerschicht über; indessen zerfällt die Mehrzahl der Dendriten in ihre Endäste, wie wir bereits erwähnt haben, in den Glomerulis olfactoriis.

Die Körnerschicht (sie fehlt in der Abbildung) setzt sich aus Nervenzellen und Nervenfasern zusammen; ausserdem finden sich hier in einer grossen Anzahl eigenthümliche Zellen mit einem langen peripher gerichteten und einigen kurzen central verlaufenden Dendriten. Ein Neurit ist an diesen Zellen

(Körnerzellen) nicht unterscheidbar. Sie enthält die sternförmigen Ganglienzellen; sie sind nicht zahlreich, liegen zerstreut, haben mehrere kurze Dendriten und einen peripher verlaufenden Neuriten, welch' letzterer in der molekulären Schicht mit zahlreichen und sehr ausgebreiteten Endramifikationen endet. Die tiefen Nervenfasern sind zu Bündeln gruppirt,

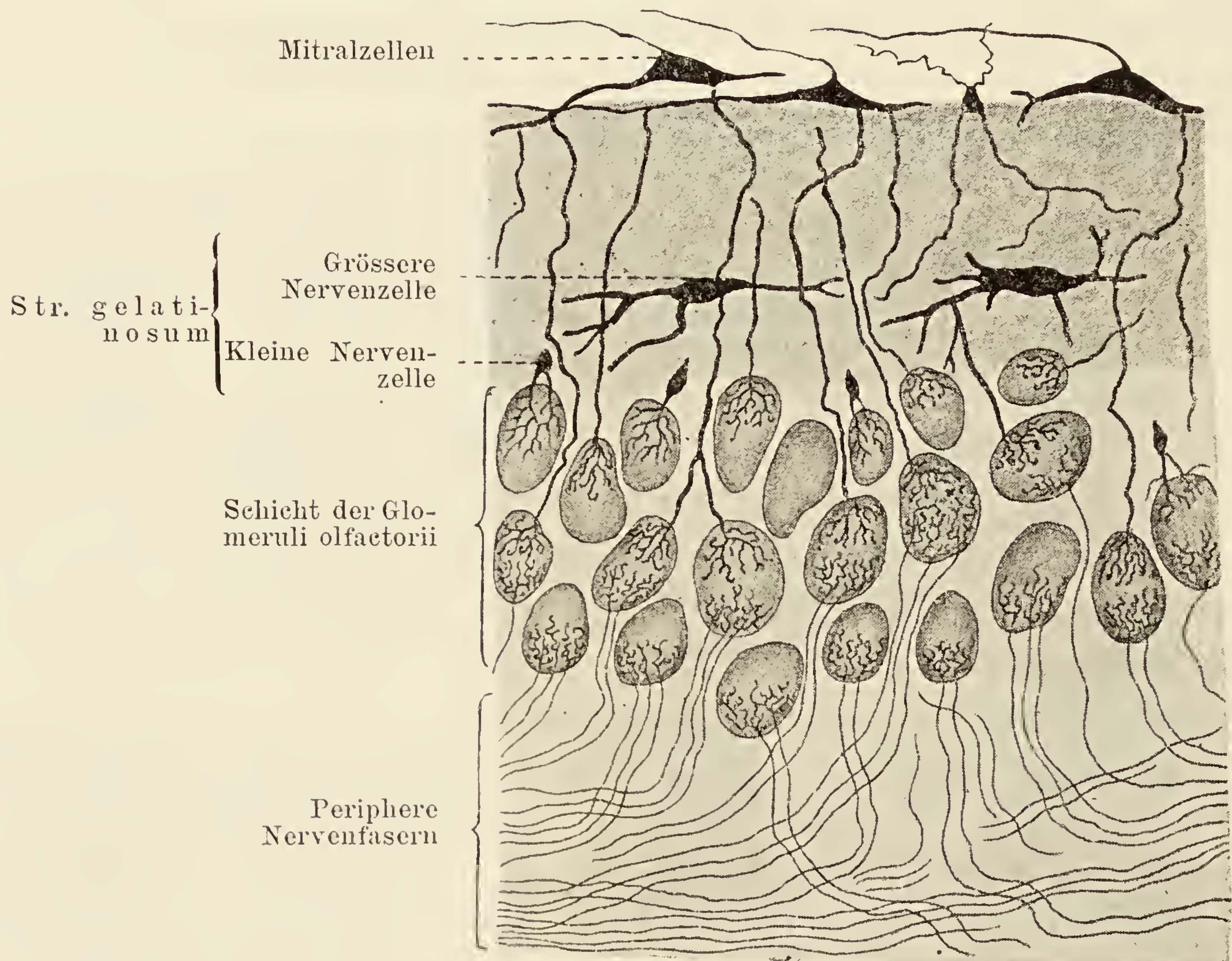


Fig. 208.
Bulbus olfactorius nach Golgi und Ramón y Cajal. Die Körnerschicht ist nicht abgebildet.

welche die eben besprochenen körner- und sternförmigen Zellen zwischen sich fassen. Diese Nervenfasern sind theils aus den Neuriten der Pyramiden- oder Mitralzellen, theils aus denen der Körnerzellen der molekulären Schicht zusammengesetzt, theils aber sind es von der Peripherie kommende centripetale Fasern, welche in der fünften Schicht zwischen den Körnern derselben ihr Ende nehmen.

E. Die Ganglien.

Als centrale Nervenorgane werden auch die Ganglien betrachtet: Sie zerfallen in zwei Gruppen: 1. in die Gruppe der Spinalganglien und 2. in die der sympathischen Ganglien.

Die Ganglienzellen der Spinalganglien sind dadurch ausgezeichnet, dass sie zwei Fortsätze besitzen, und zwar einen cellulifugalen Neuriten und

einen cellulipetalen Dendriten. Wir haben bereits gesehen, dass der cellulifugale Fortsatz in die hintere Wurzeldes entsprechenden Spinalnerven übergeht. Die Körper der Zellen werden von Telodendrien bestimmter Fasern umsponnen, deren Ursprung nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, welche aber entweder auf die Lenhossék'schen Fasern des Vorderhorns (vergl. Rückenmark p. 273) bezogen werden können, oder aber sympathischen Ursprungs sind (vielleicht ist beides der Fall). (v. Lenhossék (**94, 1**) hat an den Spinalganglienzellen kurze unregelmässige Dendriten aufgefunden).

Die sympathischen Ganglienzellen sind multipolar, sie besitzen eine grosse Anzahl von Dendriten, welche indessen sich nicht so üppig wie die der anderen Ganglienzellen verzweigen und kurz sind. Der Neurit entspringt in der Regel an der Zelle selbst, kann aber, was nur selten der Fall ist, auch einem ihrer Dendriten entstammen. Sie sollen relativ oft beim Menschen zweikernig sein. Es ist bemerkenswerth, dass bei gewissen Thieren, wie Kaninchen und Meerschweinchen z. B., fast alle sympathischen Ganglienzellen zweikernig sein können.

Im Kopfe gehören zum System der spinalen Ganglien das G. Gasseri, das Petrosum glossopharyngei, der Plexus nodosus N. vagi, das G. nervi acustici und das G. geniculi facialis. Das G. sphenopalatinum ist nach dem sympathischen Typus gebaut (vergl. v. Lenhossék **94. 1** und van Gehuchten **93. 1**). Wie Retzius (**94**) nachgewiesen hat, gehört zu diesem Typus auch das G. ciliare.

Die Zellen der Ganglien beider Typen besitzen deutliche Kapseln, welche wie bei den Fischen im G. acusticum die Scheiden der Nervenfasern, d. h. die Markscheide, die Schwann'sche und die Henle'sche Scheide aufweisen. An den Zellen der Ganglien der höheren Wirbelthiere und des Menschen ist ebenfalls eine Kapsel nachgewiesen worden; sie ist aber mit grosser Wahrscheinlichkeit nur als die Fortsetzung der Henle'schen Scheide zu deuten. Der Antheil der Schwann'schen Scheide an ihrer Bildung ist aber nicht auszuschliessen.

In den Zellen mittlerer Grösse (30—45 μ Durchmesser) aus den Spinalganglien des Frosches fand Lenhossék (**95**) Centralkörper, welche von einer hellen Substanz (Centrosphären) umgeben waren. Das ganze Gebilde liegt in einer Delle des Kernes und enthält mehr als 12 unmessbar feine Körnchen (Centralkörper), die in Bezug ihrer Farbenreaktionen sich anders verhalten als die zahlreichen, im Protoplasma anwesenden, deutlich konzentrisch geschichteten Granulationen. Dieser Befund bietet insofern Interesse, als hierdurch bewiesen wird, dass Centrosom und Sphäre auch im Protoplasma solcher Zellen vorkommen, die sich seit langer Zeit nicht mehr getheilt haben und für die auch in Zukunft keine Theilung in Aussicht steht.

F. Schematische Uebersicht über die Beziehungen der Neuren zu einander im Centralnervensystem.

Die Art und Weise, wie man sich nach der neuen Neurenlehre ein Schema eines sensitiv-motorischen Reflexbogens vorstellen kann, ist durch

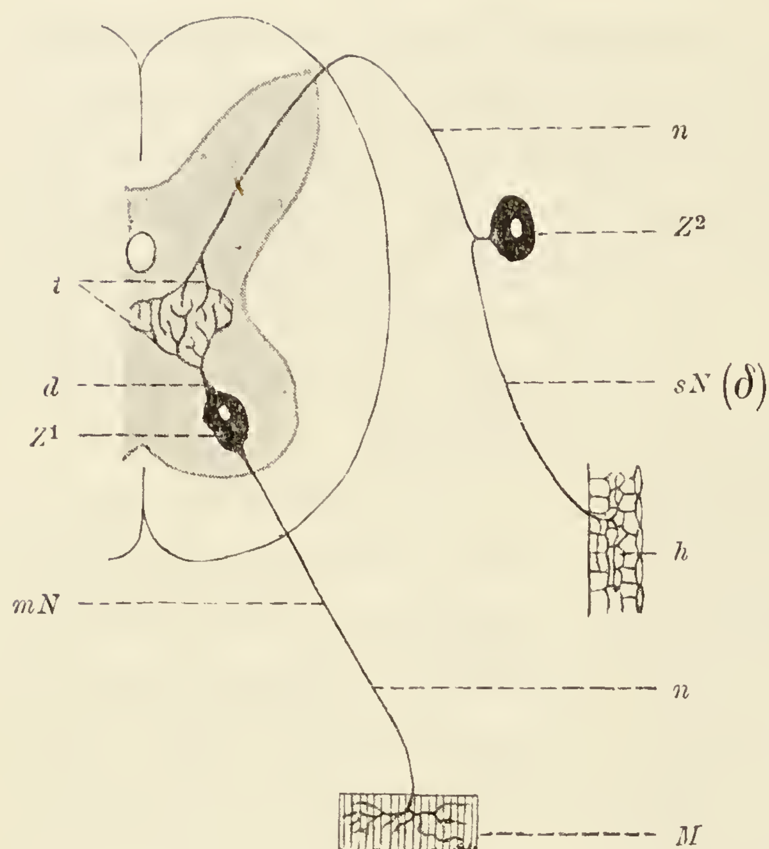


Fig. 209.
Schema des sensitiv-motorischen Reflexbogens nach der Neurenlehre. (Querschnitt des Rückenmarks.)
mN motorische Neura; *sN* sensible Neura; Z^1 Nervenzelle der motorischen, Z^2 Nervenzelle der sensiblen Neura; *d* Dendriten; *n* Neuriten beider Neuren; *t* Telodendrion oder Endbäumchen; *M* Muskelfaser; *h* Oberhaut mit dem daran resp. darin befindlichen Endbäumchen.

die beigefügten Figuren veranschaulicht. Zwischen einer reizaufnehmenden Stelle des Körpers und dem motorischen Nervenendorgan geht die Leitbahn durch zwei Neuren (primäre Neuren), welche in der grauen Substanz des Rückenmarkes vermittelst ihrer Telodendrien in Kontaktbeziehungen stehen. Der Zellkörper der sensiblen Neura liegt im Spinalganglion, der der motorischen im Vorderhorn des Rückenmarks. Der Dendrit der sensiblen Neura beginnt mit seinem Telodendrion in der Oberhaut und leitet cellulipetal, während ihr cellulifugal leitender Neurit mit seinem Telodendrion in der grauen Substanz des Rückenmarks den Reiz den cellulipetal leitenden Telodendrien der motorischen Neura übergiebt. Der cellulifugal leitende Neurit der letzteren endet mit seinem Telodendrion im Muskel. (Figg. 209 und 210.)

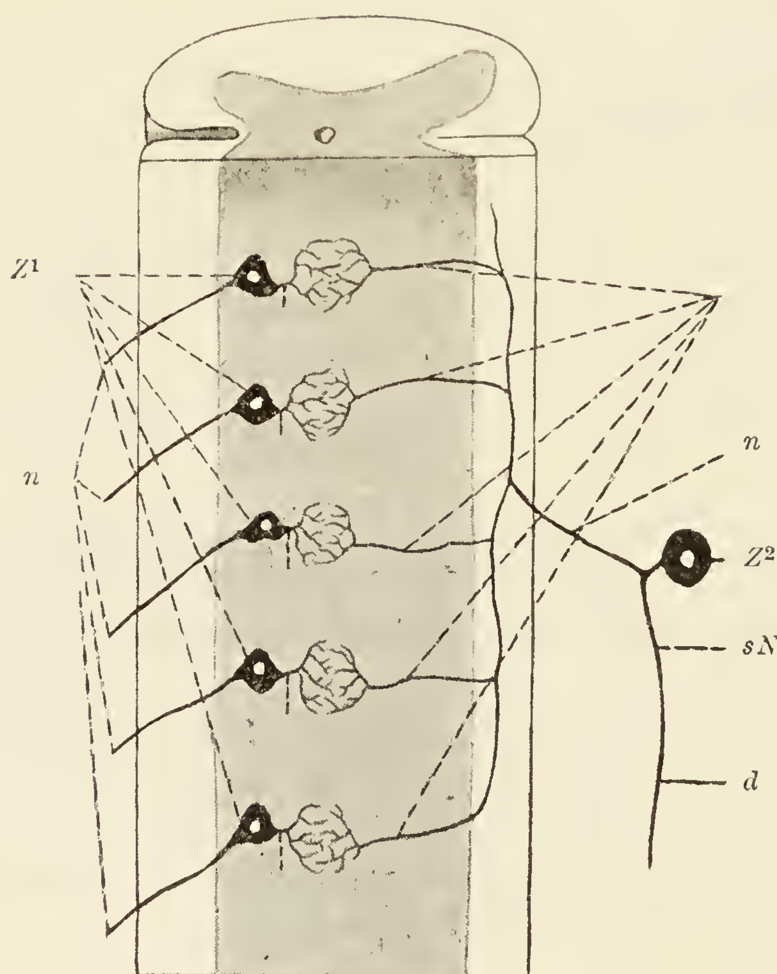


Fig. 210.
Schema des sens.-mot. Reflexbogens. Sagittale Schnittfläche des Rückenmarkes.
Z^1 motorische Zellen im Vorderhorne der grauen Substanz; *sN* sensible Neura; Z^2 Spinalganglionzelle; *n* Neuriten. Die unterbrochenen Striche an den Zellen links weisen auf die Dendriten derselben hin; *c* Collateralen des sensiblen Neuriten.

Etwas komplizirter gestalten sich die Bahnen, wenn grössere Strecken in Betracht kommen, wenn z. B. der aufgenommene Reiz (sensible Bahn) bis in die graue Hirnrinde gelangen oder von dort aus noch zu einer willkürlichen Bewegung Veranlassung geben soll (motorische Bahn).

In solchen Fällen kommt es zur Einschaltung von sekundären Neuren, welche mit den primären, vorhin erwähnten vermittelst Telodendrien in Kontaktbeziehungen stehen.

Wenn wir uns auch hier den einfachsten Fall denken und zuerst den motorischen Abschnitt einer solchen Nervenbahn

ins Auge fassen, so sehen wir (vergl. Figur 211), dass der Neurit einer Pyramidenzelle der Hirnrinde (psychische Zelle) in die weisse Substanz tritt und innerhalb derselben, wie man wohl annehmen darf, als Nervenfaser

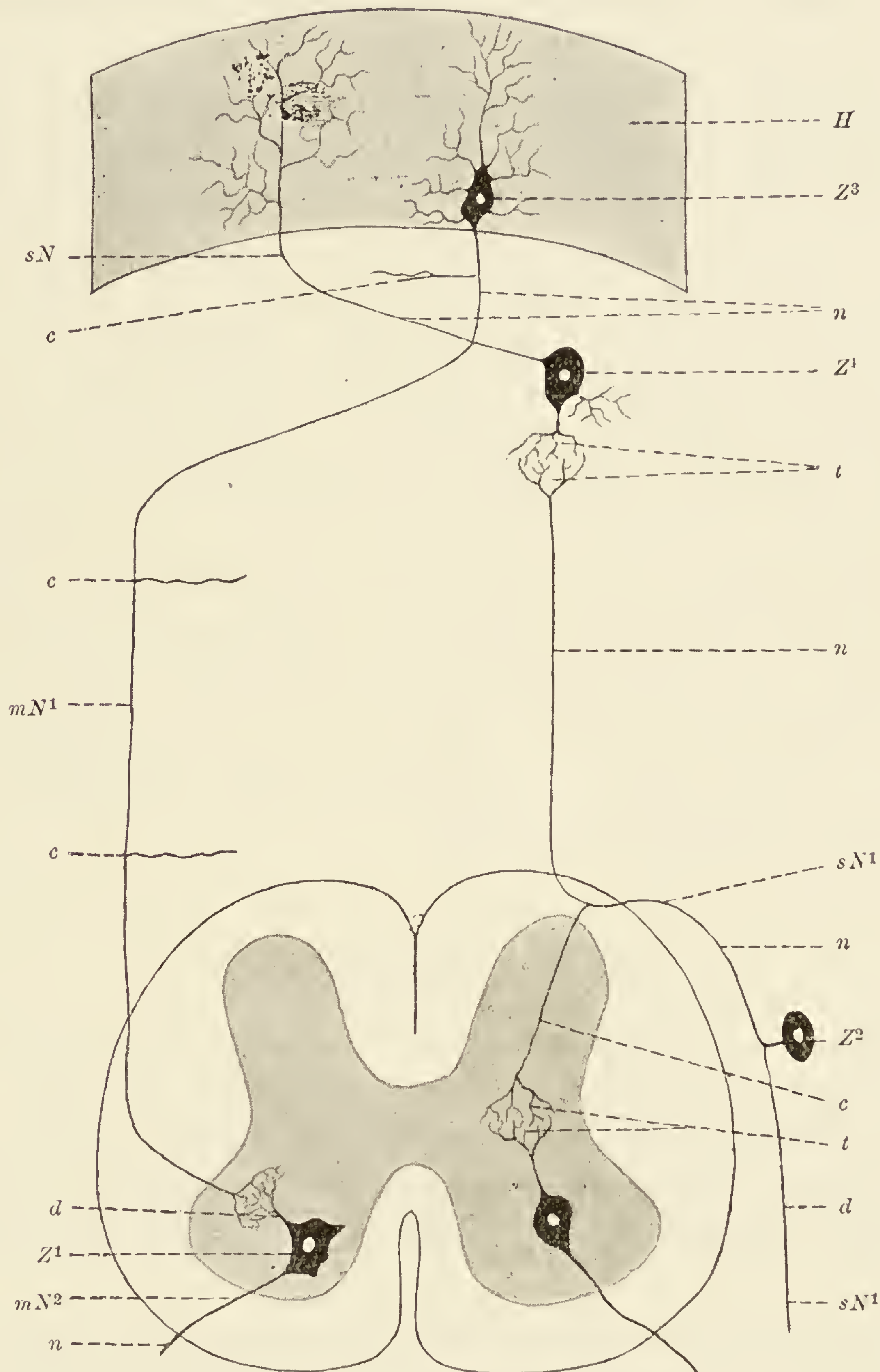


Fig. 211.

Schema der Leitbahnen zwischen peripheren Organen und Hirnrinde.

H Rinde des Grosshirns; mN^1 motorische Neura erster Ordnung; mN^2 motorische Neura zweiter Ordnung; sN^1 sensible Neura erster, sN^2 sensible Neura zweiter Ordnung; Z^1 motorische Zelle des Rückenmarkes; Z^2 sensible Zelle eines Spinalganglions; Z^3 Pyramidenzelle der Hirnrinde (psychische Zelle); Z^4 Nervenzelle der sensiblen Neura zweiter Ordnung; *n n* Neuriten; *d d* Dendriten; *c c* Collateralen; *t t* Telodendrien (Endbäumchen).

durch den Hirnstiel und die Pyramide zur Pyramidenstrangbahn der entgegengesetzten Seite gelangt. Hier stehen aber seine Telodendrien mit den gleichnamigen Bildungen der motorischen Neuren des Vorderhorns des Rückenmarkes in Kontaktbeziehungen.

Im vorgeführten Beispiel wäre also die motorische Nervenbahn aus zwei Neuren zusammengesetzt: 1. aus einer motorischen Neura erster Ordnung, welche von der Hirnrinde bis zu den Vorderhörnern des Rückenmarkes sich erstreckt und 2. aus einer motorischen Neura zweiter Ordnung, deren Elemente die Strecke zwischen den Vorderhörnern und dem Telodendrion im Muskel umfassen.

Die sensible Bahn kann ebenfalls aus Neuren erster und zweiter Ordnung zusammengesetzt sein: der aus einer Zelle des Spinalganglions cellulifugal leitende Neurit begiebt sich zum Hinterstrang des Rückenmarkes, giebt an letzteres Collateralen ab und verläuft dann mit seinem aufsteigenden Aste innerhalb des Hinterstranges hirnwärts. Obwohl hier die Verhältnisse nicht so klar vorliegen wie bei der motorischen Bahn, so kann man immerhin annehmen, dass der cellulifugal aber centripetal leitende Neurit hier oder dort mit Telodendrien endigt (sensible Neura 1. Ordnung), welche zu den gleichnamigen Bildungen einer Zelle des Rückenmarkes oder eines grauen Kernes der Medulla oblongata in Kontaktbeziehungen stehen. Diese letzteren Zellen würden dann die sensiblen Neuren 2. Ordnung abgeben. In welcher Weise ihre cellulifugalen Neuriten endigen, ist noch nicht festgestellt; man kann aber mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass starke, bis in die Hirnrinde dringende und dort mit Zellen nicht in Zusammenhang stehende Endfasern es sind, welche die cellulifugal leitenden Telodendrien der sensiblen Neuren 2. Ordnung repräsentiren.

G. Die Neuroglia.

Wir kommen zur Betrachtung des namentlich im centralen Nervensystem verbreiteten, bisher als Stützgewebe aufgefassten Gewebes, der Neuroglia. Die Stellung desselben gegenüber den anderen Geweben war von jeher eine fragliche; neuere Untersuchungen haben indessen seine ektodermale Abkunft, wenigstens für den zelligen Theil des Gewebes, ausser Zweifel gestellt.

In einem bestimmten Entwickelungsstadium sieht man, z. B. im Rückenmarke, radiär zum Centralkanal angeordnete Elemente, welche bei näherer Betrachtung sich als Ausläufer der Epithelzellen des Centralkanals herausstellen. Diese Ausläufer können sich einige Mal dichotomisch theilen, um an der Peripherie mit einer Anschwellung zu enden. In späteren Stadien ist die erwähnte radiäre Anordnung zwar noch bewahrt, aber die Zellenleiber begrenzen den Centralkanal nicht mehr alle; viele werden in verschieden grossen Abständen von dem letzteren angetroffen. Nur in der Gegend der ventralen und dorsalen Furche des Rückenmarkes behalten die Elemente ihre ursprüngliche Beschaffenheit und Lage bei. Im Laufe der Entwickelung nimmt die Zahl dieser Elemente zu.

Nach diesen Befunden ist man geneigt, anzunehmen, dass die Ursprungsstätte der Neurogliazellen das Epithel des Centralkanals ist und dass sie von hier aus nach aussen verschoben werden. Zu Gunsten dieser Annahme spricht auch der Umstand, dass die Epithelzellen des Centralkanals sich später noch weiter vermehren. Sei dem, wie es wolle, jedenfalls ist die definitive Gestalt der Neurogliazellen eine äusserst mannigfaltige.

Das Epithel des Centralkanals und der Hirnhöhlen (das Ependym) selbst ist bei Erwachsenen ein zwei- bis dreizeiliges. Die basalen Fortsätze der Zellen sind sehr lang, können sich verzweigen und haben in der Regel einen gewundenen Verlauf.

Eine andere Zellenform der Neuroglia wird durch die sogenannten Spinnenzellen repräsentirt. Von ihrem Körper geht eine grosse Zahl von Fortsätzen aus, welche bei der einen, hauptsächlich in der weissen Substanz vorkommenden Zellenart sich nicht verzweigen. Aehnliche Zellen mit kürzeren, sich aber zuweilen theilenden Fortsätzen liegen zum grössten Theile in der grauen Substanz.

Andere Gliazellen unterscheiden sich von den letzterwähnten dadurch, dass sie eine geringere Zahl von Fortsätzen besitzen, dafür aber grössere Leiber haben. Sind die Fortsätze regelmässig angeordnet, so bezeichnet man die Elemente als sternförmige Glia-Zellen; sind ihre Fortsätze nach einer Seite gerichtet, so nennt man sie baumförmige u. s. f.

Die grösste Zahl der Fasern, welche man überhaupt in der grauen und weissen Substanz findet, kann auf die Fortsätze von Gliazellen bezogen werden. Ob aber ausser den Gliazellen noch ähnliche zellige und faserige Elemente mesodermaler Abkunft im Centralnervensystem vorhanden sind oder nicht, ist eine Frage für sich. Thatsächlich begleitet ja das Bindegewebe (abgesehen von den Pialfortsäten die zahlreichen im Rückenmarke vorhandenen Blutgefässe.

Man wäre demnach geneigt sämmtliche Fasern und Fibrillen, welche mit Gliamethoden zum Vorschein kommen, als Ausläufer von Gliazellen zu betrachten. Weigert (95) hat jedoch durch seine Methode im Hirn des erwachsenen Menschen überall Gliafasern dargestellt, welche niemals einen Zusammenhang mit Zellen aufweisen; sie gruppiren sich aber oft um eine Zelle als Centrum und gleichen alsdann mit der letzteren gewissen Spinnenzellen der Autoren. Gliaelemente der Embryonen und Föten konnten bis jetzt nicht mit der Weigert'schen Methode dargestellt werden, sind aber hauptsächlich mit der Golgi'schen Methode studirt worden.

Reinke (97) findet in allerneuester Zeit in der weissen Substanz des Rückenmarks des erwachsenen Menschen Gliazellen mit Ausläufern und Gliafasern ohne Zusammenhang mit Zellen.

H. Die Hüllen des Centralnervensystems.

Die Hüllen des Centralnervensystems (Meningen) bestehen aus drei Häuten (Hirnhäuten): die äussere von ihnen ist die Dura mater, die mittlere ist die Arachnoidea, die innere die Pia mater.

Die Dura mater des Gehirns ist mit dem Periost innig verbunden' ihre innere Fläche ist glatt. Sie besteht aus einem inneren und einem äusseren Blatt, welche beide nur an gewissen Orten auseinander weichen. An solchen Stellen bildet das innere Blatt entweder nach innen vorragende Duplikaturen, wie es z. B. an der Falx cerebri und cerebelli, am Tentorium und am Diaphragma sellae der Fall ist, oder es stülpt sich das innere Blatt nach aussen, gegen das äussere aus und bildet hier kleine Blindsäcke.

Schliesslich können zwischen den beiden Blättern der Dura bestimmte Organe, wie z. B. venöse Sinus, der Saccus endolymphaticus etc. liegen.

Das äussere Blatt der Dura setzt sich eine Strecke weit auf die Cerebrospinalnerven fort.

Die Dura besteht wesentlich aus Bindegewebsbündeln, welche im Rückenmark einen longitudinalen Verlauf einhalten, im Gebiete des Schädels hingegen kreuzen sich die Bündel des inneren und äusseren Blattes, indem die des äusseren von vorne lateral und nach hinten medial, die des inneren von vorne medial und nach hinten lateral verlaufen. Die Faserung in den Hirnfortsätzen, im Falx cerebri, im Tentorium u. s. w. ist mehr eine radiäre, von der Abgangsstelle nach dem freien Rande gerichtet. Die Gestalt und Grösse der Bindegewebszellen ist hier eine sehr verschiedene; mit ihren Fortsätzen umspinnen sie die Bindegewebsbündel.

Elastische Fasern kommen im Allgemeinen spärlich (nach K. Schultz fehlen sie bei Neugeborenen), etwas reichlicher in der Dura des Rückenmarks vor. Die Dura ist sehr reich an Blutkapillaren. Es lassen sich durch Einstichinjektionen auch Saftbahnen, welche mit dem Subduralraum in Kommunikation stehen, in ihr nachweisen. Ihre Nerven begleiten hauptsächlich die Gefässe.

Die Arachnoidea ist von der Dura durch einen dem Lymphsystem zuzurechnenden Raum, den Subduralraum, getrennt. Ihre äussere Fläche ist demgemäss, ebenso wie die innere der Dura, vom flachen Epithel bekleidet. Die Arachnoidea selbst besteht aus miteinander anastomosirenden und locker angeordneten Bindegewebsbälkchen, welche auch den zwischen ihr und der Pia bestehenden Lymphraum, den Subarachnoidalraum, durchsetzen. Das Gewebe der Arachnoidea begleitet eine kurze Strecke weit die abgehenden Cerebrospinalnerven. Im Gehirn überzieht die Arachnoidea die Windungen und senkt sich mit ihren Fortsätzen auch in die Furchen ein. Diese sind hier besonders stark ausgebildet, und namentlich in den sogenannten Cisternen, wie z. B. in der Cisterna cerebello-medullaris, fossae Sylvii u. s. w. Im Rückenmarke finden wir zwei grosse miteinander in Kommunikation stehende Arachnoidalräume, einen dorsalen und einen ventralen.

Von der äusseren Fläche der Arachnoidea erheben sich an bestimmten, gewöhnlich dem Sinus longitudinalis sup. entsprechenden Stellen, Zotten, welche vom inneren Blatt der Dura überzogen sind und mit den letzteren die Granulationes arachnoidales (Pacchioni) bilden. Da die Zotten

fein gestielt sind, so wird oft der Eindruck erweckt, als ob sie in dem venösen Sinus frei flottirten.

Die Balken und Häute, die das Arachnoidalgewebe ausmachen, haben eine grosse Aehnlichkeit mit denjenigen der Mesenterien und besonders mit denen des Omentum. Es ist ein exquisit areoläres Bindegewebe, welches vielfach durchbrochen und dessen freie Fläche mit einer kontinuirlichen Epithelschicht bekleidet ist. Besonders häufig kommen hier umspinnende Spiralfasern vor, welche nicht nur einzelne, sondern ganze Komplexe von Bindegewebsfasern umspinnen.

Der Subarachnoidalraum wird von zahlreichen, theils frei verlaufenden, theils an der Arachnoidea befestigten Blutgefässen durchzogen. Ihre Adventitia ist von Epithel bekleidet; demgemäss hat der Subarachnoidalraum hier für die Blutgefässe die Bedeutung eines perivaskulären Raumes.

Die Pia mater umgiebt die Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks, allen ihren Unebenheiten sich dicht anschliessend. Im Rückenmarke besteht sie aus einer äusseren und einer inneren Lamelle (Pia intima). Die äussere besteht aus Bindegewebsbündeln, denen elastische Fasern beigemengt sind. Der Faserverlauf ist im Allgemeinen ein längsgerichteter. Auf der äusseren Seite ist ausserdem ein Epithelhäutchen nachgewiesen worden. Die Blutgefässe sind zwischen der äusseren und der inneren Lage der Pia gelegen. Die innere Lage (Pia intima) hat viel feinere Elemente und weist auf ihren beiden Seiten eine epitheliale Bekleidung auf. Sie ist es nun, welche die in das Rückenmark eindringenden Blutgefässe begleitet; sie verbindet sich mit der adventitialen Scheide derselben und betheiligt sich zugleich mit der letzteren an der Bildung der perivaskulären Räume. Diese stehen in Verbindung mit den Interpialräumen und durch die Adventitia der Gefässe mit dem Subarachnoidalraume. Ausserdem dringen aber auch zahlreiche feinere, keine Gefässe enthaltende Bindegewebssepta der Pia mater in die Substanz des Rückenmarkes ein.

An Stellen, an welchen die Pia in das Rückenmark eindringt, finden sich in dem letzteren trichterförmige Erweiterungen — die sogenannten Pialtrichter.

Nicht überall liegt die Pia direkt der Oberfläche des Rückenmarkes an; zwischen jener und dieser befindet sich meistens eine Gliaumhüllung, welche von den verbreiterten Enden der radiär gerichteten Gliazellenfortsätze gebildet wird (Gliahülle oder Subpia).

Das Septum longitudinale posterius des Rückenmarkes besteht im Brusttheile ausschliesslich aus Gliaelementen, im Hals und Lendentheile betheiligt sich am peripheren Theile desselben auch die Pia.

Die Verhältnisse am Gehirn sind insofern etwas andere, als hier die äussere Lamelle der Pia in Wegfall kommt, so dass sie hier ausschliesslich aus einer, der Pia intima des Rückenmarkes analogen Lage besteht.

Am Gehirne kommt es bekanntlich zur Bildung der Plexus chorioidei, an deren Zusammensetzung sich auch das Pialgewebe betheiligt. Sie bestehen aus zahlreichen Blutgefässen, welche vielfach ramifizirende, zottenartige Vorsprünge bilden und an ihrer Oberfläche mit Plattenepithelien überzogen sind. Letztere sind als Fortsetzung des Ventrikelepithels zu betrachten und sind, wenigstens embryonal und bei niederen Thieren, flimmertragend. Die Plexus sind vom entwickelungsgeschichtlichen Standpunkte aus nichts anderes, als durch die Gefässe und Pia in die Ventrikel vorgeschobene, auf eine einzige Epithellage (innere epitheliale Bekleidung) reduzirte Gehirnwandung.

Die Arachnoidea und Pia werden zusammen, im Gegensatz zur Dura mater, Pachymeninx, öfters als Leptomeninx bezeichnet.

Da die Dura und Arachnoidea die Cerebrospinalnerven eine Strecke weit begleiten, so ist es verständlich, dass man vom Subarachnoidalraum auch die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut (siehe diese) injiziren kann (vergl. auch hierüber Key und Retzius).

I. Blutgefässe des Centralnervensystems.

Was diese angeht, so begnügen wir uns hier nur mit folgenden Bemerkungen.

Im Rückenmark dringen die Arterien, umgeben vom Pialgewebe (Bindegewebssepten) bis zur grauen Substanz vor, geben aber schon auf ihrem Durchgange durch die weisse Substanz mehrere Seitenzweige ab. Die Kapillaren sind in der grauen Substanz viel engmaschiger als in der weissen.

Die perivaskulären Räume sind im ganzen Centralnervensystem von der Hirn- und Rückenmarksubstanz durch ein Epithelhäutchen, das innere Epithel der Pia intima (Key und Retzius) getrennt und sind von der Pia aus leicht zu injiziren.

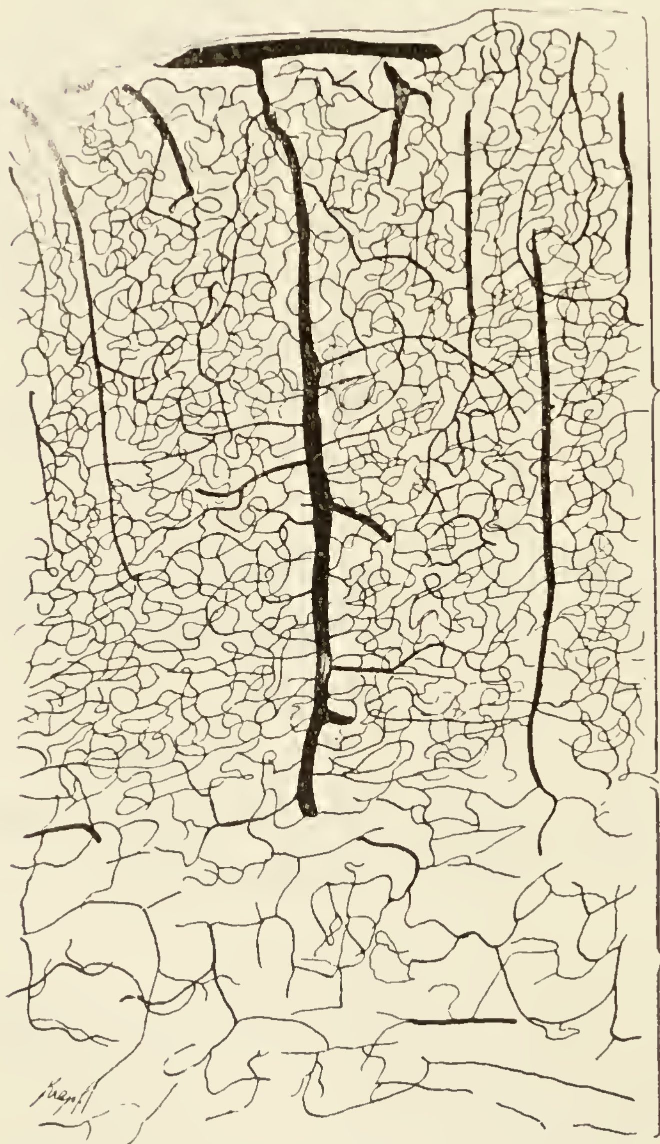


Fig. 212.
Schnitt durch die Grosshirnrinde des Kaninchens. Die Blutgefässe sind injizirt. 40mal vergr.

In der Rinde des Grosshirns sind die Kapillaren an solchen Stellen besonders zahlreich und engmaschig, an welchen Anhäufungen von Ganglienzellen stattfinden. In der Marksubstanz ist ihre Anordnung eine weniger dichte und ihre Maschen sind langgestreckt.

Im Kleinhirn ist die Anordnung der Gefässe eine analoge. Unter den Schichten der Kleinhirnrinde ist die Körnerschicht die gefässreichste; in ihr sind auch die Kapillaren dicht und engmaschig.

Untersuchungsmethoden für das Centralnervensystem.

285. Man fixirt die Organe des Centralnervensystems am besten in Müller'scher Flüssigkeit (siehe T. 27), wäscht mit Wasser aus, schneidet in Celloidin und färbt etwa mit Karmin. Solche Präparate dienen zur Orientirung im Allgemeinen.

286. Anders ist es, wenn man etwas Spezielles in's Auge fasst, so z. B. die Markscheide der Nervenfasern, die Ganglienzellen, die gegenseitigen Beziehungen verschiedener Neuriten und Dendriten zu einander etc.

287. Die Markscheide untersuche man nach folgender Vorschrift (Weigert): Die in Müller'scher oder Erlicki'scher (s. T. 27 und 29) Flüssigkeit in gewöhnlicher Weise fixirten Stücke, z. B. des Rückenmarks, werden ohne auszuwaschen mit Alkohol (im Dunkeln) behandelt, in Celloidin eingeschlossen und geschnitten. Die Schnitte werden dann entweder einzeln oder in der p. 19 geschilderten Weise aufgeklebt und in folgende Färbelösungen übertragen: 1 g Hämatoxylin wird in 10 ccm abs. Alkohol gelöst und 90 ccm destillirtes Wasser hinzugefügt (die Flüssigkeit muss einige Tage offen gestanden haben). Man kann jedoch durch Zusatz von Alkalien, z. B. einer kaltgesättigten Lösung von Lythionbicarbonicum (1 ccm zu 100 ccm Hämatoxylin) die Tinktionsfähigkeit der Lösung sofort herstellen. In dieser Lösung werden die Schnitte bei Zimmertemperatur einen Tag in einem auf 40° erhitzten Thermostaten ein Paar Stunden belassen. Die ganz dunkel gewordenen Schnitte werden dann mit destillirtem Wasser abgespült und in die sogenannte Differenzirungsflüssigkeit gebracht. Die letztere besteht aus 1. Borax = 2 g, 2. Ferrid-Cyankalium = $2^1/_2$ g und 3. destillirtem Wasser = 100 g. Die Farbe der Schnitte wird in dieser Flüssigkeit in der Weise differenzirt, dass die Markscheide die dunkle Färbung beibehält und die übrigen Elemente, wie Ganglienzellen etc., schwach-gelb erscheinen. Es ist zweckmässig, vor der Hämatoxylinfärbung eine Beizung mit neutraler essigsaurer Kupferoxydlösung (eine gesättigte Lösung des Salzes mit gleichem Volumen Wasser verdünnt) vorausgehen zu lassen. Man verfährt am Bequemsten folgendermassen: die mit Celloidin durchtränkten, auf einem Kork oder Holzblock befestigten Stücke lässt man einen oder zwei Tage auf der soeben erwähnten Kupfersalzlösung schwimmen. Nach dieser Frist erscheinen die Stücke dunkel, der Celloidinmantel hell-grün. Darauf kommen sie in 80% Spiritus, in welchem sie beliebig lange aufgehoben werden können. Das Färben und das Differenziren erfolgt in derselben Weise wie vorher.

288. Das neuere Verfahren von Weigert ist scheinbar komplizirter, führt aber desto sicherer zum Ziele. Die Vorbehandlung bleibt dieselbe. Nachdem die mit Celloidin durchtränkten Stücke in 80% Spiritus fest geworden sind, kommen sie, auf folgender Mischung schwimmend, in den Brütofen:

eine kaltgesättigte, wässerige Lösung von Cuprum aceticum neutrale und Tartarus natronatus (Seignettesalz) 10% wässerige Lösung zu gleichen Theilen. Grössere Stücke, wie z. B. Pons Varoli des Menschen, können länger als 24 Stunden in der Lösung verbleiben. In diesem Falle wird sie nach 24 Stunden gewechselt. In keinem Fall verbleiben die Stücke in der Lösung länger als 48 Stunden; die Temperatur im Thermostaten darf keine hohe sein, sonst werden sie brüchig. Dann werden die Objekte auf einer wässerigen, entweder gesättigten oder halb mit Wasser verdünnten gesättigten Lösung von Cuprum aceticum neutrale schwimmend, abermals in den Brütofen gebracht. Dann werden sie flüchtig mit destillirtem Wasser abgespült und in 80% Spiritus übertragen, in welchen sie schon nach einer Stunde schnittfähig sind, können aber in demselben auch länger aufgehoben werden. Es wird in der gewöhnlichen Weise geschnitten und gefärbt. Hierzu bereite man sich folgende Lösungen: a) Lithion carbonicum eine gesättigte wässerige Lösung = 7 ccm und 93 ccm Aqu. dest.; b) Hämatoxylin 1 g und Alk. abs. 10 ccm; a und b halten sich längere Zeit und kann man beide Lösungen in unverändertem Zustande vorräthig halten. Kurz vor dem Gebrauch werden 9 Theile a und 1 Theil b mit einander gemischt. Nach 4—5 Stunden bei Zimmertemperatur sind die in dieser Mischung gelegenen Schnitte gefärbt, aber auch nach 24stündigem Aufenthalt in der Farbe nicht überfärbt. Für lose, nicht angeklebte Celloidinschnitte ist die Differenzirungsflüssigkeit überflüssig und kann diese Methode in Folge dessen mit grossem Vortheil gerade dort gebraucht werden, wo graue und weisse Substanz makroskopisch nicht unterschieden werden können und wo in Folge dessen die Beurtheilung der Differenzirung auf makroskopischem Wege erschwert oder überhaupt unmöglich ist. Die Schnitte werden schliesslich mit Wasser abgespült, mit 90% Alkohol behandelt, mit Karbol-Xylol oder Anilin-Xylol aufgehellt (in letzterem Falle sorgfältig mit Xylol gewaschen) und in Xylol-Balsam eingeschlossen. Die markhaltigen Fasern erscheinen dunkelblau bis schwarz, der Grund hell bis hell-rosa, die Celloidinwand manchmal bläulich. Will man letztere Farbe entfernen, so braucht man nur statt mit gewöhnlichem Wasser mit einer ½% Essigsäure auszuwaschen, was jedoch bei sehr zarten Objekten, z. B. bei der Grosshirnrinde nicht empfehlenswerth ist.

Bei der Anwendung der Weigert'schen Methoden wird eine Schnittdicke vorausgesetzt, die nicht $^1/_{40}$ mm übertrifft, weil bei dickeren Schnitten die Markscheiden sich nicht genügend deutlich von dem nicht ganz farblosem Untergrunde abheben.

Bei dicken Schnitten ist die modifizirte Weigert'sche, die sogenannte Pal'sche Methode anzuwenden. Nachdem die Objekte bis zur Färbung mit Hämatoxylin nach Weigert behandelt worden sind, bringt man die Schnitte für 20—30 Minuten in eine ¼% Lösung von Kalium hypermanganicum. Als Differenzirungsflüssigkeit gebrauche man Oxalsäure 1, Kalium sulfurosum 1 und Wasser 200, worin wie bei der Weigert'schen Differenzirungsflüssigkeit darauf zu achten ist, dass die graue Substanz hell (hier ganz farblos) und die weisse dunkel erscheint. Bei dieser Methode werden die Markscheiden blau, das Uebrige bleibt farblos. Die Färbung ist sehr präcise, aber nicht so intensiv wie die Weigert'sche, deshalb eignet sie sich ganz besonders für dickere Schnitte.

289. Für die Darstellung der Ganglienzellen und deren Ausläufer und Fibrillen sind in der letzten Zeit zwei Methoden bedeutungsvoll geworden; es sind dies 1. die Golgi'sche Chromsilber- und 2. die Ehrlich'sche Methylenblau-Methode.

290. Die Golgi'schen Methoden wollen wir etwas genauer durchnehmen, indem wir zunächst dem Autor selbst folgen:

Im Jahre 1875 gebrauchte Golgi seine Methode in folgender Weise: Er fixirte (Bulbus olfactorius) in Müller'scher Flüssigkeit, wobei er den Gehalt an chromsaurem Kali beim Wechseln der Flüssigkeit etwas erhöhte (bis 4 g). Die Fixirung dauerte im Sommer 5—6 Wochen, im Winter 3—4 Monate und darüber. Dann behandelte er Stücke der Objekte (nach 3 Monaten im Winter und nach 30—40 Tagen im Sommer) alle 4—5 Tage probeweise mit Silbernitratlösungen von $^1/_2$—$1^0/_0$. Im Sommer dauerte die Versilberung 24, im Winter 48 Stunden. Es ist aber auch ein längeres Verweilen zulässig. Diese Methode ist insoferne als eine kapriziöse zu bezeichnen, als man die Zeit des Verweilens der Stücke in der Müller'schen Flüssigkeit ganz genau abpassen muss, da die Zeit der Einwirkung von der Temperatur in Abhängigkeit steht. Ist einmal die Silberreaktion eingetreten, so können die Stücke entweder in der Silberlösung selbst oder in Alkohol weiter aufbewahrt werden. Die Objekte werden schliesslich in abs. Alkohol ausgewaschen, mit Kreosot aufgehellt und in Kanadabalsam eingeschlossen. Die Färbung geht in kurzer Zeit verloren.

Im Jahre 1885 hat Golgi Weiteres über seine Methode mitgetheilt, indem er für die Fixirung neben der Müller'schen Flüssigkeit auch das reine doppelt-chromsaure Kali empfahl. Es werden 1—$1^1/_2$ ccm grosse Stücke des Hirns und Rückenmarks, am besten frisch getödteter Thiere verwendet (mitunter gelingt die Reaktion auch 24—48 Stunden nach dem Tode). Man fixire in Kaliumbichromat in allmählich steigender Konzentration (von 2—$5^0/_0$) in nicht zu wenig Flüssigkeit und in gut verschlossenen Gefässen. Selbstverständlich muss die Flüssigkeit oft erneuert und, um Schimmelbildung zu vermeiden, Kampher oder Salycilsäure zugefügt werden.

Es ist sehr schwer zu bestimmen, wann die Fixirung in Kaliumbichromat ihren für die spätere Einwirkung des Silbernitrat günstigsten Zeitpunkt erreicht hat, was nur von der Temperatur und der Menge der Flüssigkeit in Abhängigkeit steht. Man ist also auch hier auf das Ausprobiren angewiesen. Man kann etwa nach 6 Wochen bereits Versuche anstellen, um zu sehen, ob die Einwirkung des Silbernitrats gute Erfolge hat oder nicht. Diese Versuche wiederhole man alle 8 Tage. Auch hier ist die Silbernitratlösung $^2/_3\,^0/_0$ zu nehmen (etwa $^1/_2$ Trinkglas auf 1 ccm Objekt). Zuerst entsteht ein üppiger Niederschlag. Die Silberlösung muss dann gewechselt werden, eventuell nach einigen Stunden noch einmal. Nach 24 bis höchstens 48 Stunden ist die Behandlung gewöhnlich zu Ende, worauf die Schnitte sorgfältig mit absolutem Alkohol entwässert, in Kreosot aufgehellt und ohne Deckglas in Kanadabalsam aufgehoben werden (der Schnitt wird auf einem Deckglase mit Kanadabalsam befestigt, das Deckglas über die Oeffnung eines durchbohrten Objektträgers mit dem Objekt nach unten gelegt und angeklebt).

291. Um eine gleichmässigere Durchtränkung der Objekte mit Kaliumbichromat zu erzielen, kann man diese Lösung vorher in die Gefässe injiziren. Golgi nimmt Gelatine-Kaliumbichromat ($2^1/_2\,^0/_0$ berechnet auf die Menge der aufgeweichten Gelatine) (vergl. Golgi, p. 177). Nach der Injektion und Erkaltung des Objektes wird dasselbe in Stücke geschnitten und wie vorher weiter behandelt.

Statt der Müller'schen kann man auch die Erlicki'sche Flüssigkeit anwenden. Die Dauer der Anwendung ist hier eine kürzere (5—8 Tage).

Auch können die Objekte mit Kaliumbichromat-Osmiumsäure behandelt (2 1/2 % Lösung von Kaliumbichromat 8 Vol., 1 % Osmiumsäure 2 Vol.) und Stücke von ihnen können schon nach 2—3 Tagen in Silbernitrat übertragen werden. Es scheint noch besser zu sein, die Objekte zuerst mit einer Kaliumbichromatlösung und dann mit dem Gemisch von Kaliumbichromat-Osmium zu behandeln. Bei dieser letzteren Methode bleiben die Stücke, „so zu sagen in der Hand des Forschers; sie können entweder sogleich oder später in einem Zeitraum untersucht werden, welcher zwischen 3—4 und 25—30 Tagen nach der Einlegung schwankt. Wenn man während dieser ganzen Zeit in Zwischenräumen von 2—3—4 Tagen einige Stückchen, welche einzeln (1—2 auf einmal) in die Nitratlösung eingebracht werden und vom 3. oder 4. Tage ihres Aufenthalts in der Mischung an bis zum 8. oder 10. mit Sicherheit Präparate mit allen aufeinander folgenden Abstufungen und Kombinationen, wie sie bei der ursprünglichen Methode beschrieben worden sind und von der überraschendsten Feinheit liefern" (Golgi, p. 179).

293. Eine weitere Methode von Golgi ist die successive Behandlung mit Kaliumbichromat und Quecksilberchlorid: nachdem die Stücke in Kaliumbichromat 3—4 Wochen gelegen sind (auch längere Zeit ist zulässig), werden sie in eine Sublimatlösung (1/4—1 %) gebracht. Die Schwärzung erfolgt hier in einer bedeutend längeren Zeit, als in der Silbernitratlösung (in 8—10 Tagen für kleinere Stücke, bis 2 Monate [in einzelnen Fällen auch länger] und darüber für grössere).

Vor dem Einschluss der Präparate in Glycerin oder in Kanadabalsam müssen sie auf das Sorgfältigste ausgewaschen werden, sonst bilden sich auf und innerhalb der Schnitte stecknadelförmige Krystalle aus, welche das ganze Bild verunstalten.

Das metallische Weiss kann in Schwarz übergeführt werden, indem man die Celloidinschnitte in eine Tonflüssigkeit der Photographen (sie besteht a) aus unterschweflig-saurem Natron — 175, Alaun — 20, Schwefelcyanammonium — 10, Chlornatrium — 40 und 1000 g Wasser [die Mischung muss acht Tage stehen und dann filtrirt werden]; b) aus einer 1 % Goldchloridlösung. Man mischt 60 ccm a) mit 7 ccm b) auf einige Minuten bringt, sie abermals mit dest. Wasser auswäscht, mit Alkohol behandelt und in Kanadabalsam überträgt.

Nach dem Tonen und Waschen können die Schnitte noch gefärbt werden.

Die Methoden Golgi's sind dadurch ausgezeichnet, dass sie keine konstanten Bilder liefern, nicht selten auch völlig versagen. Aber wenn sie auch gelingen, so werden immer nur einzelne Elemente geschwärzt, was einen nicht zu unterschätzenden Vorzug dieser Methoden bietet: denn wenn sich alle Nerven gleichmässig tingiren würden, so würde man im Präparate die einzelnen Elemente nicht auseinander halten können. Auch werden durch sie nicht immer dieselben Gebilde gefärbt: einmal sind es Ganglienzellen und Fasern, das andere Mal Gliazellen, das andere Mal nur die Gefässe.

Nach der Schilderung der von Golgi selbst gebrauchten Methoden geben wir eine Darstellung, wie sie heutzutage (R. y Cajal, Kölliker, Lenhossék und andere) angewendet werden.

Die Golgi'schen Methoden zerfallen 1. in langsame, 2. in rasche und 3. in gemischte. Die langsame Methode erfordert eine Vorbehandlung: 1—2 cm grosse Stücke kommen in eine 2 % Kalium-bichromicum-Lösung auf 3—5 Wochen lang; darauf für 24—48 St. in 3/4 % Silbernitratlösung oder sehr lange Zeit in eine 0,5 % Sublimatlösung. — Bei der gemischten

Methode bleiben die Stücke 4—5 Tage in einer 2 % wässerigen Kalium-bichromicum-Lösung, dann 24—30 Stunden in einer Mischung von 1 % Osmiumsäure — 1 Vol. und 2 % Kalium-bichromicum-Lösung — 4 Vol. Sie werden dann mit 3/4 % Silbernitratlösung behandelt, und zwar 1—2 Tage. Bei der raschen Methode kommen die Stücke sofort in 1 Vol. einer 1 % Osmiumsäure + 4 Vol. einer 3,5 % Kalium-bichromicum-Lösung und dann in eine 3/4 % Silbernitratlösung, zu welcher man auf je 200 ccm einen Tropfen Ameisensäure zusetzt, in welcher sie 1—2 Tage belassen werden.

Bei der Handhabung dieser Methoden und namentlich der letzterwähnten, die gegenwärtig die zweckmässigste zu sein scheint, berücksichtige man folgende Punkte: Das Material muss womöglich lebensfrisch angewandt werden, die Stücke dürfen 3—4 mm Dicke nicht übersteigen, für jedes Stück nehme man 10 ccm des Osmium-Kaliumbichromicum-Gemisches und lasse dasselbe im Dunkeln und bei einer Temperatur von 25° C., je nach dem zu verfolgenden Ziele verschieden lange einwirken, (das Rückenmark z. B. 2—3 Tage wenn Neurogliazellen, 3—5 Tage, wenn Ganglienzellen, 5—7 Tage, wenn Nervenfasern dargestellt werden sollen). Nun werden die Stücke mit Fliesspapier getrocknet oder flüchtig mit dest. Wasser abgespült und bei gewöhnlicher Temperatur auf 2—3 Tage in eine 0,75 % Silbernitratlösung gebracht. Sie können auch ohne Schaden zu leiden 4—5 Tage darin verbleiben, nicht aber länger, sonst zerfallen die Niederschläge körnig (vergl. v. Lenhossék **92**).

294. Gelingt die Golgi'sche Methode zunächst nicht (dies gilt für alle Modifikationen), so kann man die Präparate aus der Silberlösung in Kalium bichromicum-Osmiumsäure mit etwas schwächerem Osmiumsäuregehalt zurückbringen und nach 24—48 Stunden abermals in Silber übertragen. Dieses Verhalten kann eventuell wiederholt werden.

295. Cox erzielt Chromsilberniederschläge in Zellen und Fasern, indem er nicht zu grosse Stücke der centralen Nervenorgane mit doppeltchromsaurem Kalium — 20, Sublimat 5% — 20, dest. Wasser — 30—40 und chromsaures Kalium 8% von starker alkalischer Reaktion — 16 Theile behandelt. Die Stücke verbleiben in dieser Mischung 1—3 Monate (je nach der Temperatur) und werden weiter wie die Golgi'schen Präparate behandelt.

Da die Chromsilberpräparate nicht dauerhaft sind und auch nicht mit Farben nachbehandelt werden können, so hat Kallius vorgeschlagen, den Chromsilberniederschlag in metallisches Silber überzuführen, indem er die mit dem „fünffachen Hydrochinonentwickler" (5 g Hydrochinon, 40 g Natron sulphurosum, 75 g Kalium carbonicum und 250 g dest. Wasser) behandelt. 20 ccm dieser Lösung werden mit 230 ccm dest. Wasser verdünnt und können im Dunkeln längere Zeit aufbewahrt werden. Vor dem Gebrauche wird diese Lösung mit 1/3 bis höchstens 1/2 Vol. abs. Alkohol vermischt. In einem Uhrschälchen werden die Schnitte mit dem letzteren Gemisch mehrere Minuten behandelt, bis sie schwarz werden. Ist nun alles Silber in metallisches übergeführt, so kommen sie auf 10—15 Minuten in 70% Spiritus, dann auf fünf Minuten in eine 20% Lösung von unterschwefligsaurem Natron und werden darauf längere Zeit mit destillirtem Wasser gewaschen. Sie können nun gefärbt und sogar mit angesäuertem Alkohol und mit Kalilauge behandelt werden.

296. Zu 40 ccm einer 3,5% Lösung von Kalium bichromicum setzt Kopsch **96**, kurz vor dem Gebrauch, 10 ccm Formol (40% Formaldehyd). Mehrere Organstückchen werden hineingebracht (auf 2 ccm Objekt 50 ccm Flüssigkeit, bei grösseren Objekten ist das Gemisch nach 12 Stunden zu

wechseln). Nach 24 Stunden ersetzt man die Flüssigkeit mit einer reinen 3,5% Lösung von Kalium bichromicum und überträgt z. B. Leber und Magen nach 2, Netzhaut und Centralnervensystem nach 3—6 Tagen in eine 0,75% Silbernitratlösung. Die Stücke werden 40%, dann schliesslich in absolutem Alkohol übertragen, in möglichst kurzer Zeit eingebettet (Paraffin nicht ausgeschlossen) und geschnitten. Die Schnitte werden ohne Deckglas in Balsam aufgehoben.

297. Die Ehrlich'sche Methylenblau-Methode besteht in einer vitalen Blaufärbung der Ganglienzellen, Fasern, Fibrillen, Nervenenden. Sie wird auf eine doppelte Weise angewandt: 1 g Methylenblau in 300 ccm physiologischer Kochsalzlösung wird bei Säugern in eine Vene, beim Frosch in den Lymphsack eingespritzt. Nach einer Stunde oder länger wird die zu untersuchende Stelle blossgelegt und man sieht alsdann, dass sie an der Luft blau wird. Bei näherem Zusehen stellt es sich heraus, dass es hauptsächlich die Nerven sind, welche sich intensiv gefärbt haben. Aber auch überlebende Gewebsstücke, z. B. gezupfte Muskeln, Retinae u. s. w. kann man in folgender Weise auf den Objektträgern färben: Sie werden mit sehr verdünnten Lösungen (ein Paar Tropfen jener Lösung auf ein Uhrschälchen einer physiologischen Kochsalzlösung) auf dem Objektträger behandelt, wobei zu achten ist, dass die Luft Zutritt habe. Nach geschehener Färbung der Nevenelemente, was je nach dem Objekte nach 1—4 Stunden zu erfolgen pflegt, entferne man vorsichtig die Farbstofflösung und substituire diese durch konzentrirte wässerige Lösung von pikrinsaurem Ammoniak. Die blaue Färbung geht unter der Einwirkung des letzteren Reagens in eine violette über, welche sich, wenigstens in Glycerin, für einige Zeit erhält.

298. Um Methylenblaupräparate zu fixiren, empfiehlt Bethe **95** folgendes Gemisch: Ammoniummolybdat — 1 g, destillirtes Wasser — 10 ccm, Wasserstoffsuperoxyd — 1 ccm und offiz. Salzsäure — 1 Tropfen. In dieser Flüssigkeit bleiben die Stücke, bei einer Temperatur von + 2 bis — 2° C., je nach ihrer Grösse, kleinere 2—3, grössere (bis 1 ccm) 4—5 Stunden, hernach noch einige Zeit bei Zimmertemperatur. Sie werden dann 1/2 bis 2 Stunden in destillirtem Wasser gewaschen, mit kaltem Alkohol entwässert und in Paraffin oder Celloidin eingebettet. Eine Nachfärbung mit Alaunkarmin oder mit Anilinen ist zulässig. Setzt man nach einiger Zeit der Fixirungsflüssigkeit Osmiumsäure zu, so wird die entstehende Methylenblaufärbung dunkler und Alkoholbeständiger.

In der neuesten Zeit empfiehlt Bethe **96**, namentlich um die niedere Temperatur der vorigen Methode zu umgehen, folgendes Verfahren: nach dem Vorgange von Smirnow und Dogiel benutzt er als Vorfixirungsflüssigkeit eine konzentrische wässerige Lösung von pikrinsaurem Ammonium (Ammoniumpikrat), in welcher die mit Methylenblau behandelten, nicht zu grossen Objekte 10—15 Minuten verweilen. Ohne zu spülen, überträgt man dicke Objekte (für Totalpräparate) 1. in Ammoniummolybdat (oder phosphormolybdänsaures Natron) 1 g, dest. Wasser 20 g und offiz. Salzsäure 1 Tropfen. Für dieselben Zwecke dienen auch folgende Mischungen 2. Ammoniummolybdat (oder phosphormolybdänsaures Natron) 1 g, destillirtem Wasser — 10 g, 2% Chromsäurelösung — 10 g und Salzsäure — 1 Tropfen. Für Schnittzwecke oder bei sehr dünnen Totalpräparaten wende man 3. Ammoniummolybdat (oder phosphormolybdänsaures Natron) 1 g, dest. Wasser — 10 g, 1/2% Osmiumsäure — 10 g und Salzsäure 1 Tropfen. In sub 1 und 2 genannten Flüssigkeiten belasse man kleine Objekte 3/4—1 Stunde (nicht länger); in

sub 2 angegebenen 4—12 Stunden. Nach dem Fixiren wird in Wasser gewaschen, in Alkohol übergeführt und durch Xylol in Paraffin eingebettet. Eine Nachfärbung mit Alaunkarmin, Alauncochenille und mit neutralen Anilinfarben kann ausgeführt werden.

299. Eine vielversprechende Methode giebt Meyer **95** an. Er injizirt einem jungen Kaninchen eine 1⁰/₀ Methylenblaulösung in physiologischer Kochsalzlösung (ca. 20 ccm). Nach zwei Stunden wird die Injektion wiederholt. Nach weiteren zwei Stunden ist das Thier gewöhnlich todt. Man präparirt nun die Centralnervenorgane heraus und fixirt kleine Stücke nach Bethe.

300. Apáthy, **97**, stellt die leitenden Elemente des Nervensystem bei Wirbellosen (hauptsächlich Hirudineen) und Wirbelthieren, vermittelst einer eigens ausgearbeiteten Goldmethode dar. Man kann a) frische („Vorvergoldung") und b) vorher konservirte Objekte („Nachvergoldung") mit Gold behandeln. Im ersteren Falle kommen kleinere Objekte, namentlich dünne Membranen im Dunkeln in eine 1⁰/₀ Lösung von Aurum chloratum flavum auf mindestens zwei Stunden, dann ohne Auswaschen in eine 1⁰/₀ Lösung von Ameisensäure (spez. Gew. 1,223), worauf sie sofort derart dem Lichte (für 6—8 Stunden) ausgesetzt werden, dass sie von allen Seiten von Lichtstrahlen durchdrungen werden (die Ameisensäurelösung ist eventuell zu wechseln). Einschliessen am besten direkt in Gummisyrup oder in konzentrirtes Glycerin. — Bei Nachvergoldung fixire man bei Wirbelthieren in Sublimat-Osmium (1 Vol. gesättigte Sublimatlösung in ¹/₂⁰/₀ Kochsalzlösung + 1 Vol. 1⁰/₀ Osmiumsäurelösung) 24 Stunden, Waschen in oft erneuertem Wasser, alsdann in wässeriger Jodjodkaliumlösung (1⁰/₀ KJ und ¹/₂⁰/₀ J) 12 Stunden. Weiter wie nach einfacher Sublimatfixirung. Schliesslich wird durch Chloroform in Paraffin eingebettet, geschnitten und mit Wasser aufgeklebt. Bis zum Einbetten in Paraffin wird im Dunkeln gearbeitet. Durch Chloroform, Alkohol, werden die Schnitte in Wasser gebracht, wo sie mindestens sechs Stunden verweilen, oder man spült sie in Wasser ab, bringt sie auf eine Minute in eine 1⁰/₀ Ameisensäure, spült abermals in Wasser ab und kann sie dann weiter behandeln. Sie kommen dann für 24 Stunden in 1⁰/₀ Lösung von Goldchlorid, werden dann kurz in Wasser abgespült, in eine 1⁰/₀ Ameisenlösung gebracht und dem Lichte ausgesetzt. Hierzu benutzt man Glastuben, in welchen der Objektträger schräg gestellt werden muss, in der Weise, dass die Schnitte nach unten stehen. Unerlässliche Bedingung für das Gelingen des Verfahrens ist eine allseitige Belichtung der Schnitte „bei möglichst intensivem Lichte und möglichst geringer Temperatur". Man spült sie dann wieder in Wasser ab und überträgt sie in herkömmlicher Weise in Kanadabalsam oder schliesst direkt in konzentrirten Glycerin oder Gummisyrup ein. — Dünne Membranen werden auf eigens hierzu gefertigten Rähmchen von Lindenholz ausgespannt und ebenso wie aufgeklebte Schnitte behandelt. Sind die Präparate gelungen, so erscheinen die Neurofibrillen dunkel-violett bis schwarz. Als besonders geeignetes Material werden bei Wirbelthieren die grossen Ganglien des Rückenmarkes von Lophius, des Kalbes etc., empfohlen.

301. Für Neurogliafärbung empfiehlt Weigert, **95**, eine Methode, der wir Folgendes entnehmen: 5⁰/₀ essigsaures Kupferoxyd, 5⁰/₀ gewöhnliche Essigsäure und 2¹/₂⁰/₀ Chromalaun in Wasser (man kocht zuerst den Chromalaun in Wasser, setzt dann die Essigsäure, dann das feingepulverte neutrale essigsaure Kupferoxyd hinzu). Man rührt gehörig um und lässt erkalten. Diese Lösung versetze man mit 10⁰/₀ Formol. Nicht über ¹/₂ cm grosse

Stücke werden für acht Tage hineingelegt und die Flüssigkeit nach einem Tage gewechselt. Vermittelst dieser Mischung werden die Stücke zugleich fixirt und für die nachfolgende Färbung gebeizt. (Will man die beiden Prozeduren trennen, so fixire man etwa vier Tage lang in einer 10% Formollösung [nach einem Tage wechseln] und bringe dann die Stücke in das erwähnte Chromalaungemisch [jetzt ohne Formolzusatz].) Die so fixirten Stücke können Jahre lang ohne Nachtheil aufbewahrt bleiben, auch nach anderen Methoden weiter behandelt werden (z. B. nach Golgi). Es wird dann mit Wasser abgespült, in Alkohol entwässert und mit Celloidin durchtränkt. Die Schnitte kommen auf etwa 10 Minuten in eine 1/3% Lösung von Kalium hypermanganicum, werden dann durch Aufgiessen von Wasser ausgewaschen und in die Reduktionsflüssigkeit gebracht (5% Chromogen und 5% Ameisensäure) (spezifisches Gewicht 1,20) in Wasser. Man filtrirt sorgfältig und setzt zu 90 ccm der Flüssigkeit 10 ccm einer 10% Lösung von Natriumsulfit (einfach schwefligsaures Natron) hinzu. Schon nach wenigen Minuten sind die durch Kalium hypermanganicum gebraunten Schnitte entfärbt, aber man lässt sie zweckmässiger noch 2—4 Stunden in der Lösung. Will man das Bindegewebe farblos haben, so kann man jetzt die Vorbereitung für die Färbung abschliessen; wenn nicht, so bringe man die Schnitte nach dem Abgiessen der Reduktionsflüssigkeit und nach zweimaligem Auswaschen durch Aufgiessen von Wasser in eine einfache, gesättigte Lösung Chromogen (5% Chromogen in destillirtem Wasser, man filtrire sorgfältig!). In dieser Lösung bleiben die Schnitte über Nacht, je länger, desto intensiver wird die Kontrastfärbung zwischen Bindegewebe und Nervensystem; dann giesst man wieder zweimal Wasser auf und die Schnitte sind zur Färbung fertig. Letztere ist eine modifizirte Fibrinfärbung s. T. Die Jodjodkaliumlösung ist dieselbe (gesättigte Lösung von Jod in 5% Jodkaliumlösung). Statt der üblichen Gentianaviolettlösung benutzt man eine heissgesättigte und nach dem Erkalten von dem Bodensatz abgegossene alkoholische Lösung (70—80% Alkohol) von Methylviolett, zu welcher man auf je 100 ccm 5 ccm einer 5% wässerigen Oxalsäurelösung zusetzt. Die Anilinöl-Xylollösung nimmt man 1 : 1. Die Reaktionen gehen rasch vor sich. Schnittdicke nicht über 20 μ. Die Methode geht am besten am Centralnervensystem des erwachsenen Menschen. Für Thiere ist diese Methode noch nicht genügend erprobt.

VII. Die äussere Haut und ihre Derivate (Integumentum commune).

A. Die Haut (Cutis).

Die Haut besteht aus zwei Formationen, die innig miteinander verbunden sind: die eine, mesodermaler Abkunft, ist die Lederhaut, Corium, die andere, ektodermaler, die Oberhaut oder die Epidermis. — Die oberflächliche Schicht des Coriums ist von Leistchen und Wärzchen, Papillen, besetzt, die in die Epidermis hineinragen, welch' letztere mit ihren Elementen den Raum zwischen den Papillen ausfüllt. Es entsteht auf diese Weise auf der unteren Fläche der Epidermis ein System von Furchen, Riffen und Vertiefungen, die genau dem Relief des Coriums entsprechen.

In der Epidermis unterscheidet man zwei Zellenlager: 1. Stratum Malpighii oder Stratum germinativum (Flemming), und 2. die Hornschicht (Stratum corneum).

Im Str. germinativum kann man wiederum, nach der Form und Beschaffenheit der Zellen, drei Lagen auseinanderhalten: 1. die tiefe oder basale Schicht, unmittelbar auf dem Corium liegend und aus cylindrischen Zellen bestehend; 2. eine darauffolgende, je nach dem Ort, aus einer verschiedenen Anzahl von Lagen aufgebaute und aus polygonalen Zellen zusammengesetzte Schicht und 3. eine oberflächlichste Lage, die aus zwei bis höch-

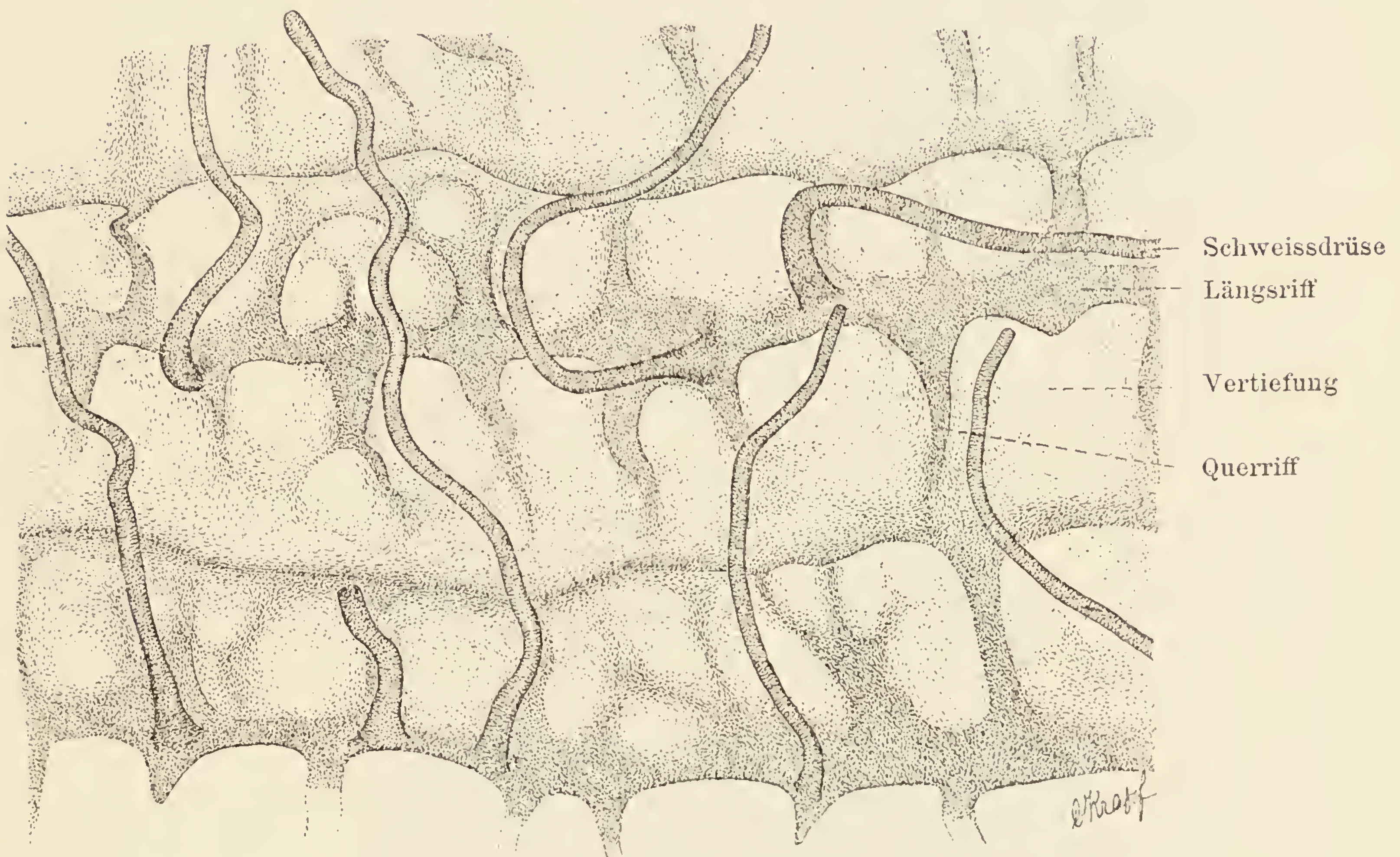


Fig. 213.
Untere Fläche der Epidermis, von der Cutis durch Kochen isolirt. Die Schweissdrüsen sind auf lange Strecken zu verfolgen. 40mal vergr.

stens drei Lagen sich allmählich abplattender Zellen besteht, welche durch einen eigenartigen Inhalt charakterisirt sind, Stratum granulosum. — Alle diese Zellenschichten bestehen aus Stachel- oder Riffzellen, deshalb wird das Stratum Malpighii auch Stratum spinosum genannt. Wenn diese Zellen nach Behandlung mit gewissen Methoden isolirt vorliegen, so erscheint deren Oberfläche mit kurzen fadenförmigen Fortsätzen (Spinae) besetzt. An Schnitten, erscheinen diese Zellen durch Fortsätze mit einander verbunden. Da es erwiesen ist, dass die Fortsätze benachbarter Zellen nicht aneinander vorbeilaufen, sondern aufeinander stossen und verschmelzen, so gehört ein solcher Fortsatz zugleich den beiden Zellen an, mit welchen er in Zusammenhang steht. Zwischen den verschmolzenen Fortsätzen, die man auch als

Intercellularbrücken bezeichnet, besteht ein Kanalsystem, das mit dem Lymphsystem der Lederhaut in Verbindung steht.

Die soeben besprochenen Stacheln oder Riffe sind verschieden aufgefasst worden: die Einen fassen sie als ausschliessliche Bildungen des Protoplasmas der Zelle auf, die Anderen, die eine Membran an den Zellen des Stratum Malpighii annehmen, lassen sie von dieser Membran überzogen sein.

Ranvier und nach ihm Andere, vindiziren dem peripheren Theil des Protoplasmas der Zellen des Stratum Malpighii einen fibrillären Bau, und diese Fibrillen, von wenig



Fig. 214.
Querschnitt durch die Cutis eines Kindes; die Blutgefässe sind injizirt. 30mal vergr.

indifferentem Protoplasma überzogen, sollen es sein, welche die Fortsätze bilden. Ranvier hat aber weiterhin nachgewiesen, dass solche Fibrillen von einer Zelle zur anderen ziehen können, indem sie an mehreren benachbarten Zellen vorbeilaufen (Fig. 215).

Das Stratum granulosum enthält eigenthümliche Einlagerungen einer Substanz, die Waldeyer mit dem Namen Keratohyalin bezeichnet hat. Diese Substanz erscheint in Form von kleineren und grösseren, oft unregelmässig gestalteten Körperchen, welche im Protoplasma eingelagert sind. Der Kern solcher Zellen lässt stets degenerative Prozesse erkennen, welche mög-

licherweise mit der Bildung des Keratohyalins in Zusammenhang gebracht werden können (Mertsching, Tettenhamer). Karyolytische Figuren und das Keratohyalin zeigen vielfach ähnliches mikrochemisches Verhalten, und es ist wahrscheinlich, dass die Karyolyse und die Bildung des Keratohyalins in ursächlichem Zusammenhange stehen, d. h. aus den Trümmern des zu Grunde gehenden Kernes entsteht das Keratohyalin.



Fig. 215.
Stachel- oder Riffzellen aus dem Stratum Malpighii des Menschen. 480mal vergr.

Das Stratum corneum bildet die äusseren Schichten der Epidermis und zeigt in der Regel eine differenzirte untere Schicht; letztere ist an denjenigen Stellen deutlich ausgeprägt, wo die Hornschicht besonders mächtig entwickelt ist: das ist das Stratum lucidum. Es ist besonders durchsichtig und hängt die Durchsichtigkeit von der Anwesenheit einer homogenen Substanz in den Zellen des Eleidins ab; Eleidin ist mit Wahrscheinlichkeit

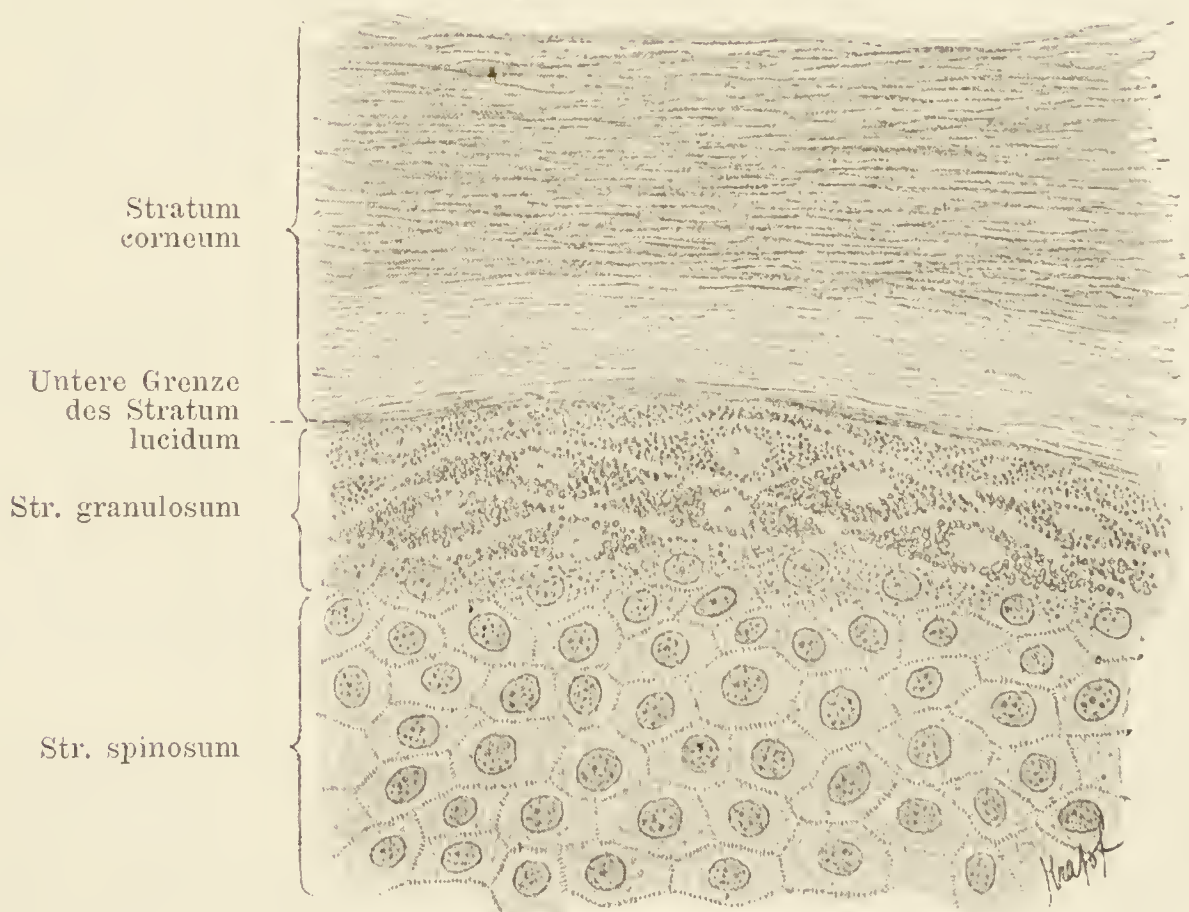


Fig. 216.
Querschnitt durch die Epidermis des Menschen; die tieferen Schichten des Stratum Malpighii sind nicht dargestellt. 720mal vergr.

als Abkömmling des mehr festen Keratohyalins des Str. granulosum zu betrachten.

Die Zellen des Str. corneum sind mehr oder weniger abgeplattet und verhornt, namentlich an ihrer Peripherie, und zwar die oberflächlichsten am meisten. Das Innere der Zelle weist einen mehr oder weniger degenerirten Kern auf, ist sonst homogen, lässt höchstens ein konzentrische Schichtung erkennen (Kölliker 89). Hier und da nimmt man zwischen den verhornten Zellen eine Struktur wahr, die auf hier zu Grunde gehende Intercellularbrücken bezogen wird.

Die Dicke der Epidermis ist je nach der Lokalität eine verschiedene und steht in direktem Zusammenhang mit der Zahl der sie bildenden Zellenschichten. In der Regel ist das Str. Malpighii dicker als das Str. corneum. Das letztere übertrifft aber das Str. Malpighii um ein beträchtliches z. B. an der Planta pedis und Vola manus.

Die soeben betrachteten Schichten der Epidermis stehen alle miteinander in genetischem Zusammenhang. Dem Verluste, welchen die Epidermis dadurch erleidet, dass an der Oberfläche fortwährend Zellen abgestossen werden, wird in der Weise gesteuert, dass jüngere Elemente von unten her stets neu produzirt werden; die Produktion geht in den basalen und in den anstossenden Zellenlagen des Stratum germinativum (Malpighii) vor sich, wo die Zellen vielfach in Mitose angetroffen werden. Die jungen Zellen werden nur ganz allmählich nach aussen verschoben und nehmen im Laufe ihrer Verlagerung die Charaktere derjenigen Elemente an, zwischen welchen sie sich im gegebenen Falle befinden: eine solche Zelle verwandelt sich zuerst in eine Zelle des Str. germinativum, dann, indem sie Keratohyalin bildet, in eine Zelle des Str. granulosum, diese in eine solche des Str. lucidum und schliesslich in eine solche des Str. corneum, wo sie ihren Kern verliert, gänzlich verhornt und dann auch abfällt.

Der mesodermale Antheil der äusseren Haut, das Corium, besteht aus einem lockeren, fetthaltigem Unterhautgewebe (Tela subcutanea N. mit dem Panniculus adiposus) und der Lederhaut, dem Corium. Der Fettreichthum der Tela subcutanea ist ein durchaus variabler und nur an wenigen Stellen findet man normaler Weise wenig oder gar kein Fett (so z. B. an der Ohrmuschel, an den Augenlidern, dem Scrotum u. s. w.). Das Unterhautbindegewebe ist diejenige Lage, welche die Verschiebbarkeit der Haut bedingt.

Die Lederhaut kann mit dem Stratum proprium der Schleimhäute verglichen werden und besteht aus zwei Schichten: aus einer tieferen, mehr lockeren Pars reticularis und aus einer oberflächlichen, Papillen tragenden Schicht, der Pars papillaris. Der Uebergang der einen Schicht in die andere ist ein allmählicher. In beiden Schichten finden sich im Bindegewebe elastische Fasern.

Die Pars reticularis besteht aus netz- oder gitterförmig geordneten Bündeln von Bindegewebsfasern, die überwiegend parallel der Oberfläche der Haut verlaufen und rhombische oder rechteckige Maschen bilden. Diese Bindegewebszüge werden von Netzen elastischer Fasern umsponnen. In jenem Theil der Pars papillaris, der an die Epidermis grenzt, sind sowohl die sich kreuzenden Bindegewebszüge, wie die sie umspinnenden Netze elastischer Fasern feiner, die Maschen enger; das ganze Gewebe ist also dichter. Diese Schicht liefert die Papillen, walzen- oder kegelförmige Erhabenheiten von dichtem, festem Gefüge, die in eine oder mehrere Spitzen auslaufen; demnach unterscheidet man einfache und zusammengesetzte Papillen. Besonders zahlreich und gut entwickelt sind die Papillen an der innern Handfläche und an der Fusssohle (110—220 μ lang). Hier stehen sie auf Leisten des Coriums, meist in einer Doppelreihe. Je nachdem die Papillen nur Gefässe oder neben diesen noch Nervenendapparate enthalten, werden sie als Gefäss- und Nervenpapillen unterschieden. Die kleinsten Papillen finden sich in der weiblichen Brust und im Scrotum; sie messen hier 30—50 μ.

Die Oberfläche der Pars papillaris ist von einem Häutchen von ungemeiner Feinheit überzogen (Basalmembran). Nach der Auffassung der meisten Autoren sind die Basalzellen der Epidermis einfach an diese Membran gekittet. Andere meinen, dass diese Epithelzellen mit kurzen basalen Ausläufern versehen sind, die sich in die Basalmembran einsenken und hier mit ähnlichen Bildungen der Bindegewebszellen der Cutis zusammentreffen. Demnach müsste aber die Basalmembran einen fibrillären Bau aufweisen (Schuberg).

Die Tela subcutanea zeigt mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche der Haut verlaufende Bindegewebsstränge, die von dem Stratum reticulare ausgehen und die Haut an die oberflächlichen Fascien des Körpers, überhaupt an die nächste Unterlage, befestigen. Es sind dies die Retinacula cutis. Indem diese sich durch Abzweigungen der Fläche nach miteinander verbinden, werden Räume umgrenzt, die vom Fettgewebe erfüllt sind. Auf diese Weise wird der, je nach den Körperregionen verschieden mächtig entwickelte Panniculus adiposus hergestellt. Gegen die Oberfläche zu gerichtete Bindegewebsstränge werden von Gefässen, Nervenstämmchen, Drüsengängen etc. begleitet.

Muskeln mit glatten Fasern finden sich in der Haut, an den Haarbälgen sind sie zu Bündeln gruppirt; als mehr zusammenhängende Schichten kommen sie in der fettarmen Tela subcutanea des Scrotums vor und bilden hier die Tunica dartos, ferner am Damme, im Warzenhofe der Brustdrüse u. s. w. vor. Quergestreifte Muskelfasern strahlen am Gesichte und Halse z. B. in das Corium aus.

Die Epidermis ist an einigen Stellen auch beim Europäer stets pigmentirt (Warzenhof, Brustwarze, Scrotum, Labia majora, um den Anus etc.). An diesen Stellen findet man in den Epithelzellen und in den Bindegewebszellen der Pars papillaris corii eine grössere oder geringere Anzahl kleiner

farbiger Körnchen. Die letzteren sind hauptsächlich in den basalen Zellen der Epidermis vorhanden und nehmen regelmässig in den Zellen der folgenden Schichten an Menge ab, so dass die Zellen der Hornschicht pigmentarm resp. pigmentlos sind. — Bei Negern und überhaupt bei farbigen Menschenrassen beruht die Pigmentirung auf einer ähnlichen Vertheilung der Pigmentkörner in der ganzen Epidermis. Auch hier nimmt der Pigmentreichthum nach aussen ab, aber auch die oberflächlichsten Schichten des Str. corneum sind pigmenthaltig. Der Kern der Zelle ist stets pigmentfrei.

Die Frage, woher das Pigment stammt, ist bis jetzt noch nicht ganz entschieden. Es besteht nämlich die Thatsache, dass an denjenigen Stellen,

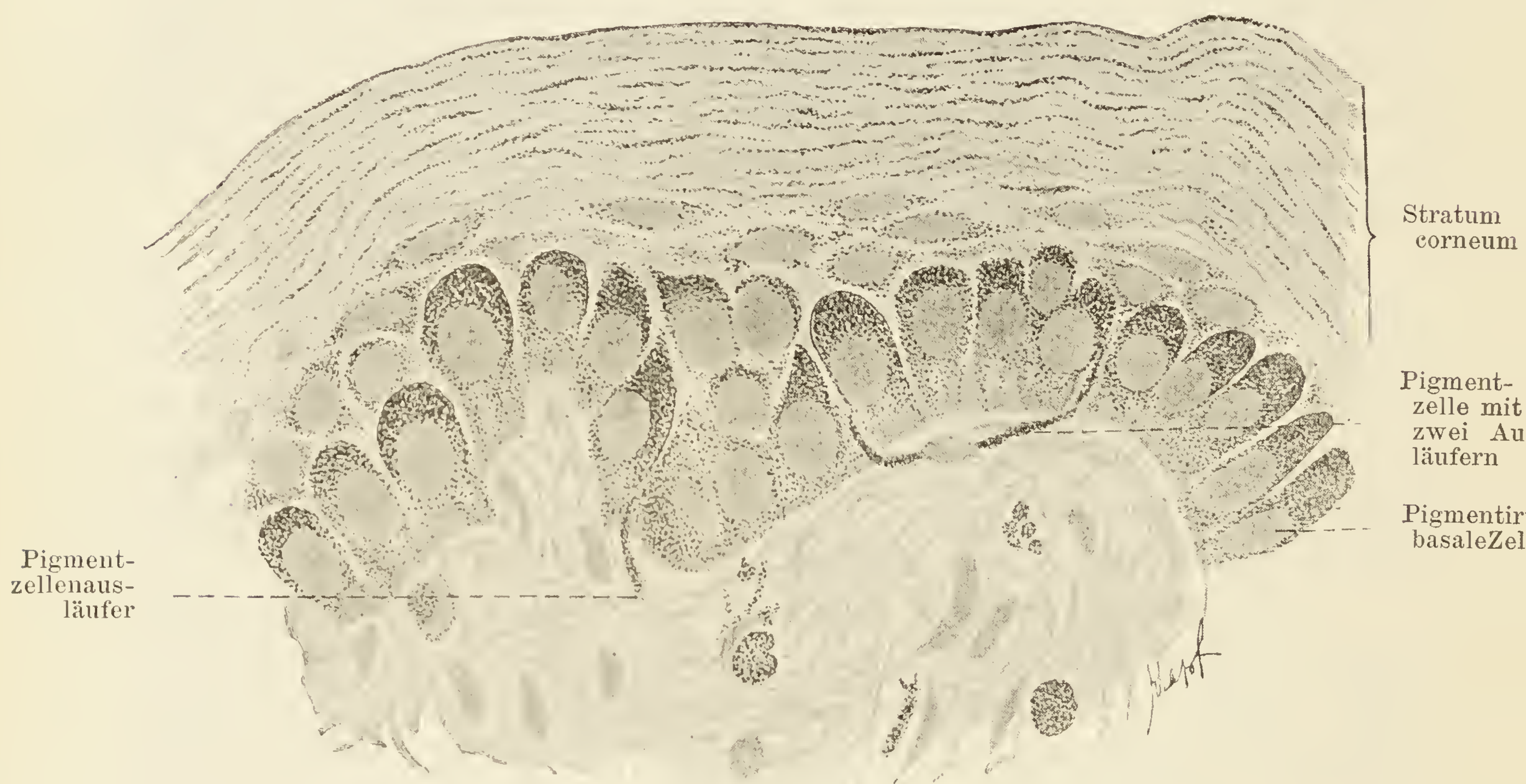


Fig. 217.

Querschnitt durch eine Negerhaut. Man sieht die innigen Beziehungen der Pigmentzellen in der Cutis zu den Basalzellen der Epidermis, letztere sind mehr an den Aussenenden pigmentirt. Die Pigmentkörnchen sind bis zu den äussersten Schichten des Stratum corneum anzutreffen. 700mal vergr.

welche pigmentirt sind, unmittelbar unter der Epidermis verästelte, pigmentirte Bindegewebszellen immer zu finden sind, deren einzelne Fortsätze in das Stratum Malpighii, zwischen den Zellen desselben zu verfolgen sind (Aeby). Es sind daher einige Forscher geneigt, das Bindegewebe als Quelle des Pigmentes anzusehen. In irgend einer Weise würde dann das Pigment von hier aus in die Epidermiszellen aufgenommen werden. Nach dieser Ansicht wäre die Pigmentproduktion den Epidermiszellen überhaupt abzusprechen. Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass das Pigment hier aus dem Bindegewebe stammen kann, a priori ist aber die Möglichkeit der Bildung des Pigmentes von Seiten der Epithelzelle selbst nicht von der Hand zu weisen, da wir

an anderen Stellen in Zellen epithelialer Herkunft Pigmente entstehen sehen, so in den Ganglienzellen und im Pigmentepithel der Retina.

Ein interessanter Beweis für das Einwachsen der pigmentirten Bindegewebszellen in die Epidermis ist der von Karg beschriebene Fall einer Transplantation eines Stückes einer weissen Haut auf einen Neger. Nach einer gewissen Zeit bekam das weisse Hautstück Pigment.

Reinke wies nach, dass das Pigment in gewissen Zellen an bestimmte Körper gebunden ist; letztere werden mit einem aus der Botanik entlehnten Ausdruck als Trophoplasten bezeichnet. Entfernt man das Pigment, so bleiben farblose Trophoblasten übrig, welche man mit bestimmten Farbstoffen auch tingiren kann. In der Epidermis des Europäers sind ebenfalls konstant Trophoplasten vorhanden, aber entweder gar nicht oder nur wenig pigmentirte (Barlow).

Hinsichtlich des Blutgefässsystems der Haut sei Folgendes mitgetheilt:

Die Arterien, welche die Haut zu versorgen haben, dringen in die Cutis ein und bilden hier in der untersten Schicht derselben ein charakteristisches cutanes Netz; ausserdem anastomosiren sie vielfach untereinander in der Fascie und in der Tela subcutanea. Aus diesem Netze gehen Zweige nach aufwärts, die ein zweites, subpapilläres Netz herstellen. Aus dem letzteren zweigen sich alle jene Gefässe ab, welche, ohne miteinander zu anastomosiren, längs der Papillenreihen verlaufen und in die Papillen feine Zweige entsenden; an der Spitze der Papillen gehen sie in Venen über, welche auf ihrem Wege ebenfalls mehrere Netze bilden. Das oberste Venennetz liegt unter den Papillenreihen, wobei jede Längsvene einer Papillenreihe entspricht und mit ähnlich verlaufenden, benachbarten, durch Anastomosen verbunden ist. Das zweite Netz befindet sich unmittelbar unter dem zuletzt betrachteten, ein drittes in der untersten Hälfte der Cutis, ein viertes an der Grenze zwischen Cutis und Subcutis.

Ungefähr bis zur Mitte der Subcutis besitzen die Arterien eine Ringmuskulatur, die Venen eine solche noch im Bereiche des zwischen Cutis und Subcutis gelegenen Netzes; an letzterem Orte scheinen konstant Klappen vorhanden zu sein. — Das Unterhautfettgewebe wird, wie gesagt, durch Quer- und Längswände in grössere Lappen zerlegt; eine zwischen Cutis und Fascie liegende Scheidewand zerlegt das Fettpolster in eine obere und eine untere Abtheilung. Die erstere erhält direkte, die zweite rückläufige, aus dem cutanen Netz entspringende Arterien. An den Stellen, die einem grösseren äusseren Drucke ausgesetzt sind, ist die Zahl der zuführenden Gefässe und ihr Durchmesser grösser; an den verschiebbaren Stellen der Haut verlaufen sie ausserdem geschlängelt. Alle diese Anordnungen der Gefässe sind beim Neugeborenen schon vorhanden (Spalteholz).

Die Lymphgefässe der Lederhaut sind ebenfalls in zwei Etagen angeordnet: das tiefe weitmaschige Netz ist in der Subcutis gelegen, das oberflächliche, mit engen Maschen versehene, unmittelbar unter den Papillen. In dieses letztere münden Lymphgefässe ein, die von den Papillen herkommen.

Bei bestimmten Behandlungen der Haut kann man im Papillartheil der Cutis feine Niederschläge hervorrufen, welche auf das Vorhandensein von Lymphspalten an diesem Orte hindeuten. Letztere werden einerseits als Anfänge der Lymphgefässe der Haut betrachtet, andererseits lassen sie sich in das Epithel verfolgen, wo sie mit den interspinalen Räumen in direktem Zusammenhange stehen (Unna).

Man trifft mitunter in den interspinalen Räumen der Epidermis Zellen an; es sind Wanderzellen, Langerhans'sche Zellen.

Ihre grosse Empfindlichkeit verdankt die Haut zahlreichen Nerven und Nervenendapparaten, welche sowohl im Epithel selbst, als auch besonders zahlreich als sogenannte Tastkörperchen in den Papillen der Handfläche und der Fusssohle sich finden.

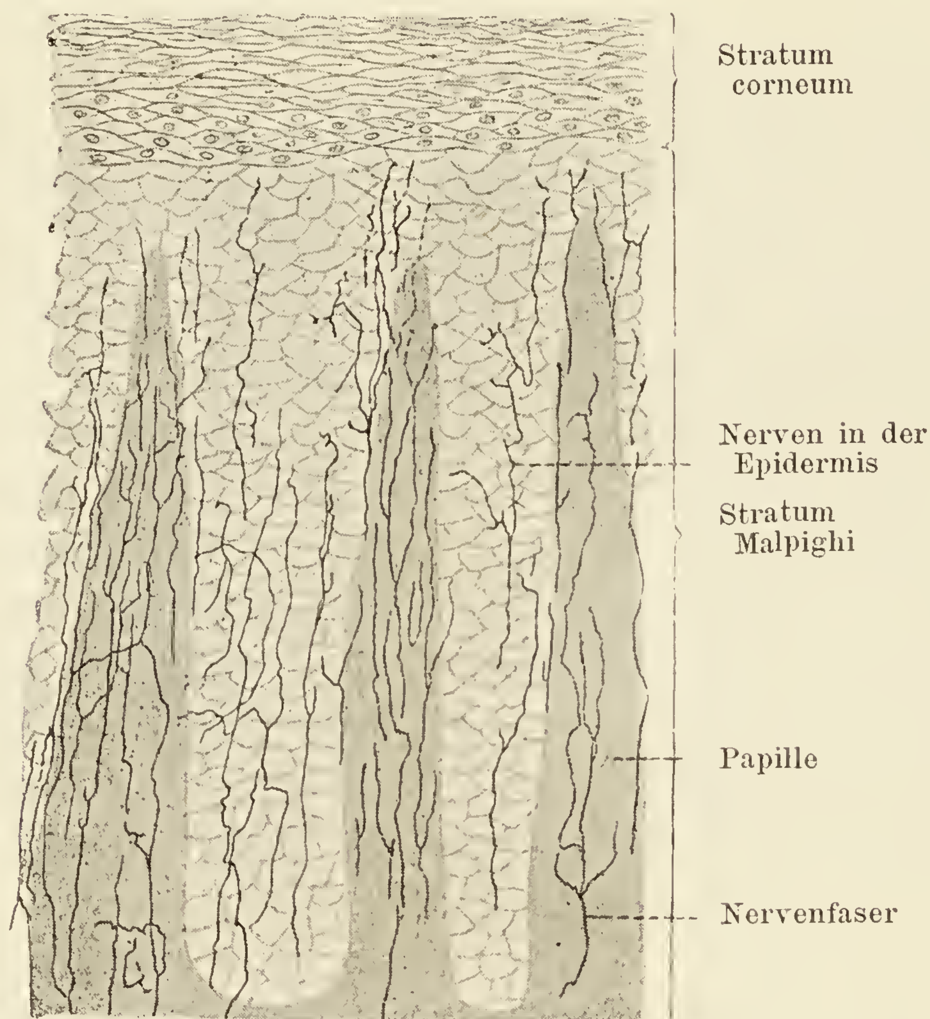


Fig. 218.

Die Nerven der Papillen und der Epidermis aus einem Fussballen einer Katze. 75mal vergr.

Die Nerven sind an einzelnen Hautstellen bis in das Epithel verfolgt worden. An der Fingerbeere z. B. sieht man zahlreiche Nerven in die Epidermis eintreten, sich dort verzweigen und entweder mit ihren Telodendrien spitz auslaufen, oder mit einer kleinen Anschwellung endigen. Auch hier findet keine direkte Verbindung zwischen Nerv und Epithelzelle statt (Fig. 218). An besonders empfindlichen Stellen, z. B. an der Rüsselscheibe des Schweines, findet man an den Enden der Nerven besonders deutlich schüsselförmig gestaltete Tastscheiben (Tast-Meniscus), welchen die unteren Zellen des Str. Malpighi in der Regel von unten her direkt anliegen.

Was die in der Lederhaut sich findenden Nervenendorgane betrifft, so sind sie durch die Corpuscula tactus (Meissneri) repräsentirt (66—110 μ lang; in der Vola manus 110—180 μ lang, 40—50 μ breit). An diesen haben wir einen zellig-epithelialen und einen nervösen Theil zu unterscheiden. Der erstere besteht aus einem ellipsoidisch gestalteten Kolben, dessen Elemente wahre Epithelzellen sind. Dieselben liegen in einer Reihe, sind abgeflacht

und ineinander gekeilt, derart, dass ihre dickeren, den Kern bergenden Enden in der Regel peripher gerichtet sind (Kolbenzellen, Krause 60). Die herantretende Nervenfaser verliert an der Basis des Kolbens ihre Henle'sche und Schwann'sche Scheide, welch' letztere sich aber auf den epithelialen Kolben fortsetzen und denselben membranartig umhüllen. Die übrigen Bestandtheile der Nervenfaser, also Achsenstrang und Markscheide beschreiben, 2—3 Spiraltouren um den Kolben herum, worauf das Mark aufhört. Die nunmehr marklose Faser setzt ihre Touren weiter fort, verzweigt sich dabei und sendet Fibrillen in das Innere des epithelialen Kolbens, wo sie zwischen den Zellen des Organes verlaufen und überall mit knötchenförmigen Anschwellungen endigen.

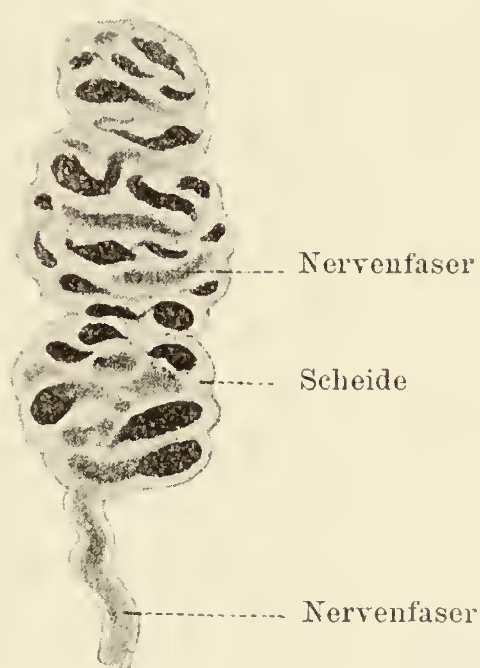


Fig. 219.
Meissner'sches Körperchen des Menschen. 750mal vergr. Technik Nr. 311.

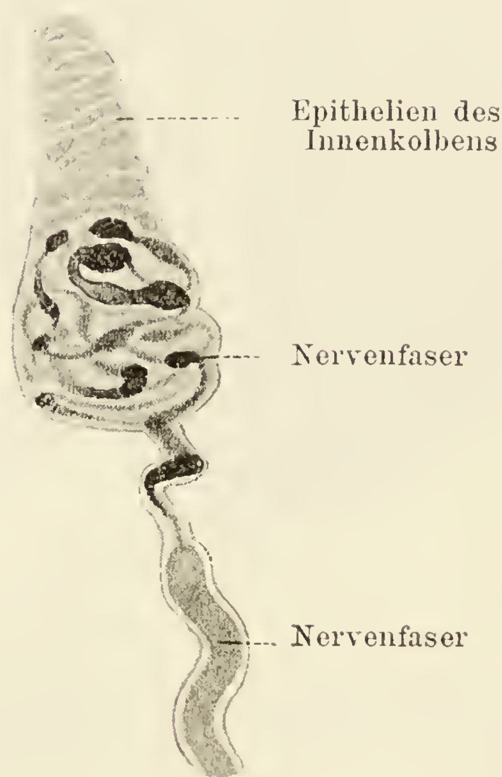


Fig. 220.
Meissner'sches Körperchen des Menschen; am oberen Theil sieht man das isolirte Epithel des Kolbens. 750mal vergr. Technik Nr. 311.

Dort, wo das Tastgefühl besonders ausgeprägt ist, ist die Zahl der Tastkörperchen eine grosse; sie finden sich nicht in jeder Papille, aber es kommen auch oft deren zwei in einer Papille vor (Fingerbeere). An jenen Stellen, an welchen die Empfindlichkeit eine geringere ist, sind auch die Meissnerschen Körperchen in einer Minderzahl vorhanden, z. B. in der Rückenhaut.

In der Handfläche und Fusssohle kommen im Unterhautbindegewebe, im Anschlusse an die Hautnerven, besonders zahlreich auch noch die Capsulae lamellosae N., Vater-Pacini'schen Körperchen vor; sie werden ausserdem an den Nerven der Gelenke und des Periosts u. s. w. konstant, aber auch am Perikard, im Pankreas, am Facialisknie etc. beobachtet. Diese Gebilde sind schon mit blossem Auge deutlich sichtbar als kleine, ovoid gestaltete, in frischem Zustande durchsichtige Körperchen. An einem Ende der

Längsachse tritt die Nervenfaser an sie heran und verliert, wie beim Tastkörperchen, ihre Henle'sche Scheide, behält aber die Schwann'sche noch bei. Die Henle'sche Scheide bildet auch hier eine Hülle um das ganze Organ, welche letztere aber hier vielfach geschichtet ist und als lamellöse Scheide bezeichnet wird. Die einzelnen Lamellen setzen sich, wie die Henle'sche Scheide selbst, aus platten Zellen zusammen, deren Kerne nach einwärts prominiren. Zwischen den Lamellen befindet sich eine geringe Menge Lymphplasma, welches in seltenen Fällen auch Leukocyten enthalten kann. Die lamellöse Scheide wird von eigenen Blutgefässen versorgt. Die Nervenfaser verläuft in der Achse des Organs weiter, nach einer kurzen Strecke hört das Mark und die Schwann'sche Scheide auf. Es gelangen nun die Fribrillen allein sammt dem Neuroplasma in den axialen Raum der Capsula lamellosa, den Innenkolben, dessen Wände beim Menschen aus sehr flachen Epithelzellen gebildet werden. An dem dem Nerveneintritt entgegengesetzten Pol, aber noch innerhalb des Innenkolbens, rücken die Fibrillen entweder pinselförmig auseinander oder enden zusammengebacken mit einer knopf- oder scheibenförmigen Anschwellung.

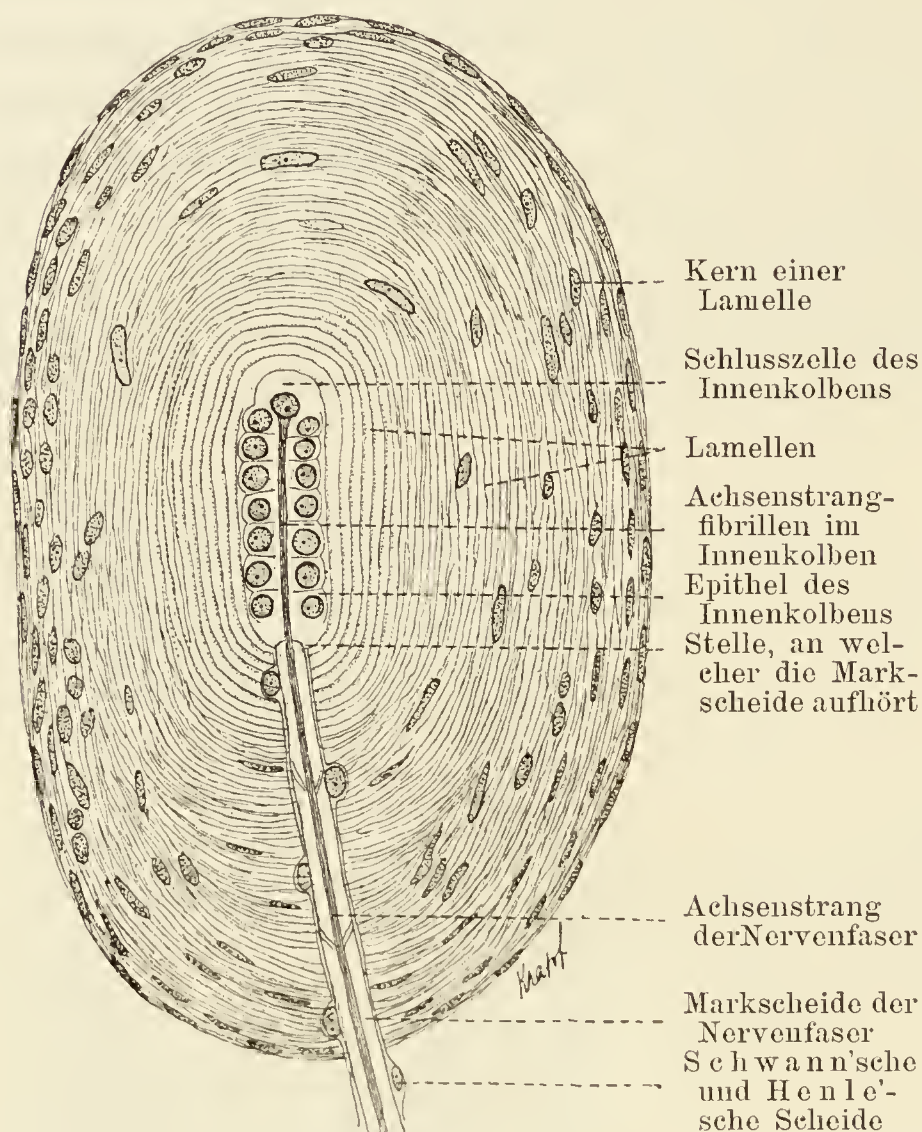


Fig. 221.

Herbst'sches Körperchen aus der Wachshaut des Entenschnabels. Zur Gruppe der Vater-Pacini'schen Körperchen gehörend. 600mal vergr. Technik Nr. 310.

Einige andere sensible Nervenendapparate, z. B. die Corpuscula nervorum genitalia, die Genitalkörperchen (Fig. 222) können auf den Typus der lamellösen Körperchen zurückgeführt werden, indem man annimmt, dass die lamellöse Scheide auf einige wenige Lamellen reduzirt ist.

In der Conjunctiva bulbi von Säugethieren, in der Schleimhaut der Mundhöhle etc., kommen Nervenendkörperchen vor, die man cylindrische Endkolben Krause's (Corpuscula bulboidea N. [Krausei] 22—98 μ gross), nennt. Sie bestehen aus einer zelligen Hüllmembran, welche die Fortsetzung der Henle'schen Scheide der hierzu gehörigen Nervenfaser ist. Letztere tritt an dem einen Pole des Körperchens ein, verliert ihre Markscheide, während

ihr Achsencylinder bis zum entgegengesetzten Ende in der Achse des Körperchens verläuft und hier mit einer Anschwellung oder auch ohne eine solche endet. Der Raum zwischen Achsencylinder und Hülle (Innenkolben) besteht aus glatten Zellen (Kolbenzellen), die eine geschichtete Hülle um den Achsencylinder bilden.

Analog gebaut sind die kugeligen Endkolben Krause's. Es sind theils runde, theils ovale Körperchen, die ebenfalls aus einer Hülle und einem Innenkolben bestehen. Sie können bis drei, mitunter auch mehr Nervenfasern in sich aufnehmen, welche ihre Markscheide verlieren, sich zwischen den Kolbenzellen winden und zwischen diesen Zellen in Endknöpfchen enden (Krause). Sie kommen beim Menschen in der Conjunctiva bulbi vor, am rothen Lippenrand,



Fig. 222.
Genitalkörperchen nach Retzius.

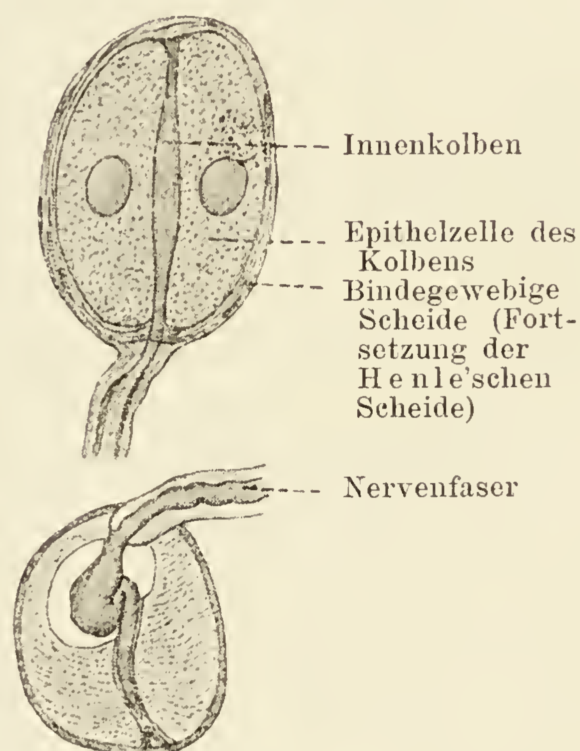


Fig. 223.
Grandry'sche Körperchen aus der Wachshaut des Entenschnabels. 500mal vergr. Technik Nr. 312.

an der hinteren Fläche des Kehldeckels, in den Columnae Morgagni des Mastdarmes, an der Eichel des Penis und der Clitoris.

Bei den Schwimmvögeln, namentlich bei der Ente, in der Wachshaut des Schnabels und der verhornten Partie der Zunge, befinden sich in der Cutis die sogenannten Herbst'schen Körper, welche sich dadurch von den Pacini'schen des Menschen unterscheiden, dass das Epithel des Innenkolbens ein kubisches ist.

An demselben Objekte sind auch die sogenannten Grandry'schen Körperchen zu finden (60 μ lang und 50 μ breit), deren Kolben nur aus zwei Zellen zusammengesetzt wird. Die Nervenfaser ist eine Strecke weit hier innerhalb des Innenkolbens noch markhaltig.

In der allerjüngsten Zeit hat Ruffini in der Cutis des Menschen eigenthümliche Nervenendorgane aufgefunden, welche auf einem bindegewebigen Gerüste eine üppige Ausbreitung von Telodendrien zeigen. Sie kommen neben den Pacini'schen Körperchen und ungefähr in derselben Anzahl vor.

B. Haare.

Als besondere Differenzirungen der Haut sind Haare und Nägel anzuführen. Die ersteren sind nahezu über die ganze Haut in einer mehr oder weniger dichten Anordnung vorhanden. Vollständig haarlos sind die Vola manus und die Planta pedis. Im dritten Fötalmonat sieht man an den Stellen, an welchen später Haare hervorsprossen werden, papillenartige Hervorragungen der Haut. Unter einer jeden solchen Hervorragung findet eine Wucherung der Malpighi'schen Epidermisschicht nach innen in das Corium statt. Während die erwähnte Papille bald verschwindet, wächst die nach innen gerichtete Epithelwucherung weiter und wird als Haarkeim bezeichnet. Dieser erhält bald eine bindegewebige Umhüllung von Seiten des Coriums, an welcher man später eine Sonderung in zwei Schichten wahrnimmt. Am unteren Ende des Haarkeims entwickelt das Corium eine Papille, welche aufwärts den Haarkeim einstülpt, derart, dass die Elemente des letzteren die Papille von allen Seiten umgeben. Man nennt diese Papille Haarpapille. Während dessen gehen vielfach Differenzirungen im Haarkeim selbst vor sich: Es differenzirt sich ein axialer, später zum Haar und der inneren Haarwurzelscheide werdender Theil und ein peripherer, aus dem sich die äussere Haarwurzelscheide entwickelt. Zugleich entstehen, von der äusseren Haarwurzelscheide ausgehend, die Anlagen der Talgdrüsen, die zum Haar in Beziehung stehen und ihr Sekret zwischen Haar und seiner Scheide ergiessen. Hat sich das Haar ganz ausgebildet, so wächst dasselbe nach aussen, indem es die vor ihm liegenden Zellenschichten der Epidermis durchbricht.

Der äusserlich sichtbare Theil des Haares wird Haarschaft, Scapus pili, genannt. Der in der Haut steckende Theil heisst Haarwurzel, Radix pili. Der untere auf der Haarpapille sitzende Abschnitt des Haares wird sammt der letzteren als Haarzwiebel, Bulbus pili, bezeichnet. Die die Haarwurzel umhüllenden Scheiden sind die Haarwurzelscheiden; der Komplex dieser Scheiden heisst Haarbalg.

Das fertige Haar besteht aus einem dünnen, dasselbe nach aussen begrenzenden, aus platten, meist vollständig kernlosen Zellen (1,1 μ dicken) zusammengesetzten Oberhäutchen. Die Zellen dieses Oberhäutchens liegen dachziegelförmig übereinander. Auf das Oberhäutchen des Haares folgt die aus mehreren Zellenreihen bestehende Rindenschicht desselben. Hier sind die Zellen abgeplattet (4,5—11 μ breit), länglich und mit stets nachweisbaren Kernen versehen. Sie werden auch Haarfasern der Rinde genannt; durch

Behandlung mit Ammoniak lassen sich die Rindenfasern in feinste Fibrillen, Haarfibrillen, zerlegen (Waldeyer 82). Zwischen den Zellen der Rinden-

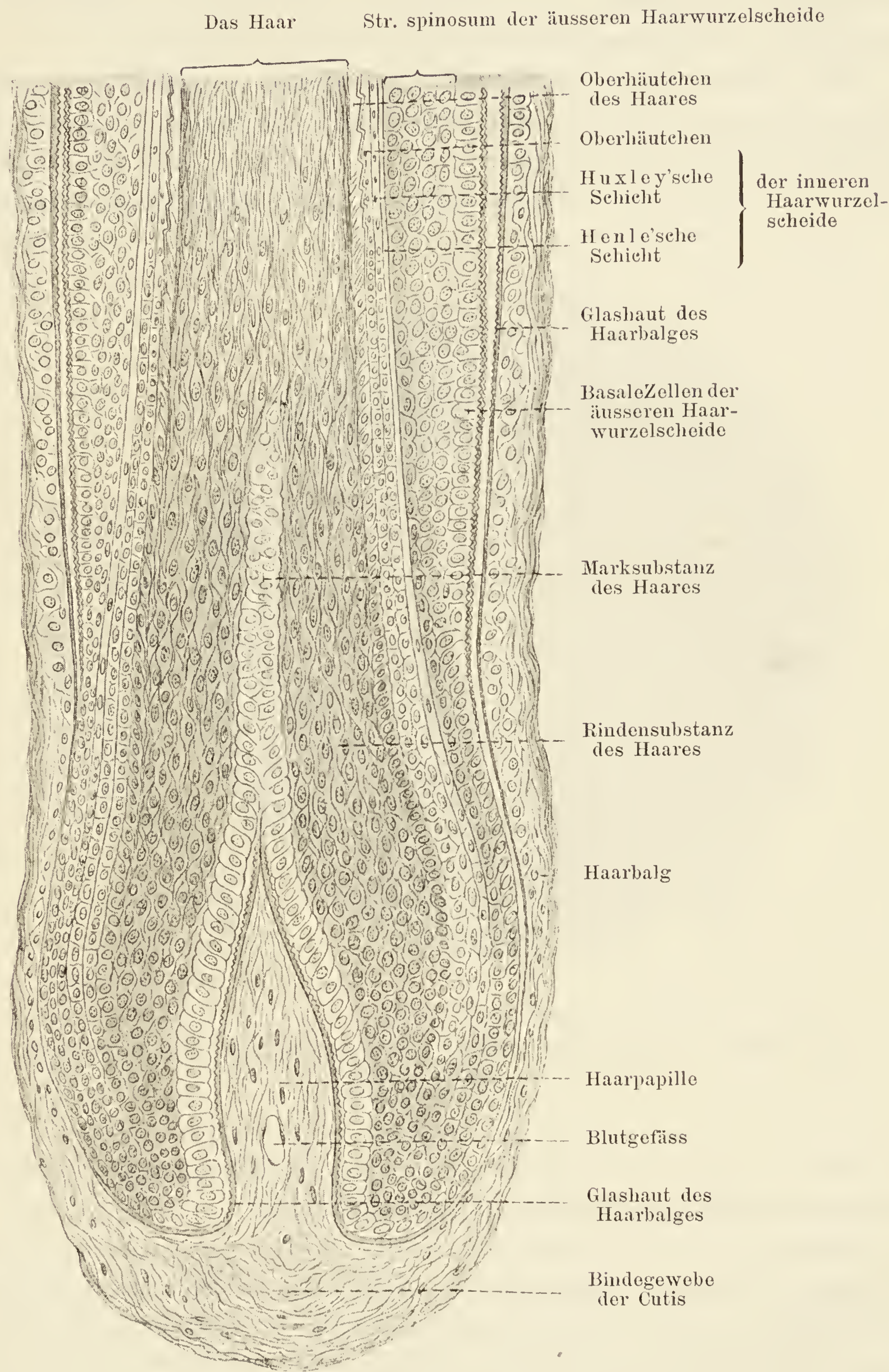


Fig. 224.
Längsschnitt durch die Achse des Haares und deren Haarwurzelscheide vom Menschen. ca. 300mal vergr.

schicht und in denselben sind bei pigmentirten Haaren Pigmentkörnchen eingelagert.

Der axiale Theil des Haares wird von der Marksubstanz (16—22 μ Durchmesser) eingenommen. Sie kann auch fehlen; ist sie vorhanden, so besteht sie aus 2—4 Reihen von würfelförmigen, kernhaltigen Zellen; sie sind pigmenthaltig. Im Haarschaft enthalten sie oft Luftbläschen.

Die innere Haarwurzelscheide besteht aus drei konzentrischen Schichten: 1. aus einer äusseren, einschichtigen, aus hellen, kernlosen Zellen bestehenden, der sogen. Henle'schen Schicht; 2. aus einer mittleren meistens zwei Zellenreihen starken Schichte, deren Elemente kernhaltig sind

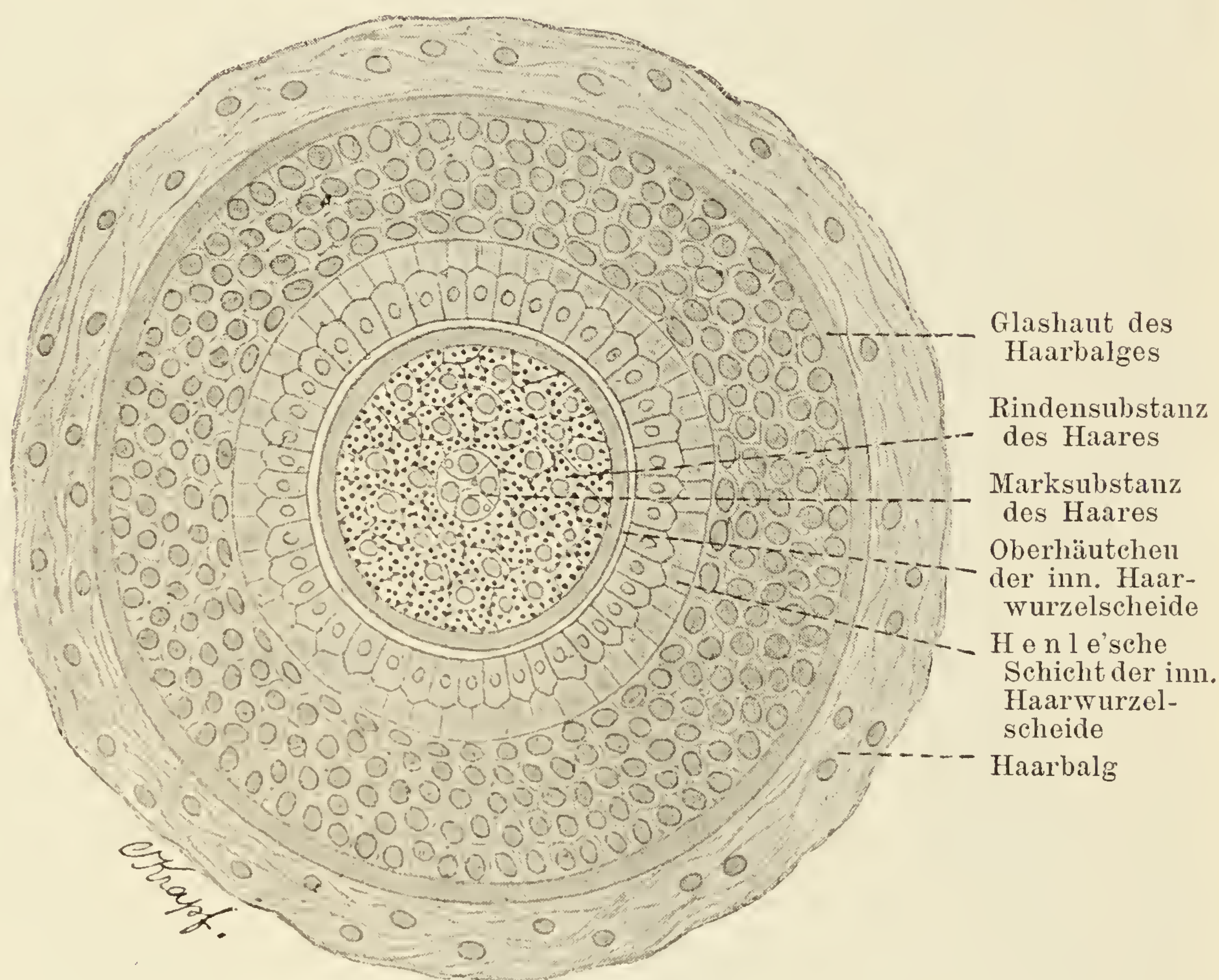


Fig. 225.
Querschnitt durch das Haar und die Haarwurzelscheiden des Menschen. ca. 300mal vergr.

und Eleidin enthalten können, Huxley'sche Schicht und 3. aus einem inneren, an das Haar grenzenden Oberhäutchen.

Die äussere Haarwurzelscheide wird zusammengesetzt aus den Elementen des Stratum germinativum. Wir haben es also hier mit Stachel- oder Riffzellen zu thun, welche peripher eine Schicht Cylinderzellen erkennen lassen. Im Ganzen ist die äussere Wurzelscheide mächtiger als die innere.

Der bindegewebige Antheil des Haarbalges oder der Haarbalg im engeren Sinne besteht aus einer äusseren, lockeren, mit längsverlaufenden Bündeln versehenen Faserschicht. Die darauffolgende innere Schicht ist kompakter und enthält cirkuläre Fasern. Darauf folgt die sogen. Glashaut — eine starke Basalmembran.

Auf einer bestimmten Höhe der Haarwurzel sind alle Schichten des epithelialen Haarbalges wohlentwickelt und von einander deutlich gesondert. Dieses Verhältniss ändert sich sowohl gegen die Haarpapille zu, als auch gegen das freie Haar hin. Abwärts, gegen die Haarzwiebel, da, wo sich das Haar verdickt, beginnen die Wurzelscheiden schmäler zu werden und ihre Schichten sind nach der Basis der Haarpapille zu immer schwieriger auseinanderzuhalten, bis sie schliesslich dort, wo sie den Hals der Papille ringförmig umgeben, ihre gegenseitige Abgrenzung verlieren.

Nach dem Haarschaft zu erleidet die Haarwurzelscheide ebenfalls Veränderungen. In der Gegend der Einmündungsstelle der Talgdrüse hört die innere Haarwurzelscheide auf; die äussere geht kontinuirlich in das Stratum germinativum der Epidermis über, während die übrigen Schichten der letzteren — das Stratum granulosum lucidum und corneum sich zwischen die äussere Haarwurzelscheide und das Haar, bis zur Einmündungsstelle der Talgdrüse einschieben.

Hinsichtlich des Wachsthums des Haares sind zwei Ansichten hervorzuheben. Die eine Ansicht nimmt an, dass die bei seinem Wachsthume verwendeten Elemente der epithelialen Wurzelscheiden von der Epidermis her ersetzt werden, und zwar dadurch, dass sich immer neue Zellen derselben einstülpen. Die Haarsubstanzen wären darnach die Fortsetzungen der Schichten der Wurzelscheiden, somit auch der Epidermis und zwar würden die Basalzellen der äusseren Wurzelscheide über die Papille hinweg sich in die Zellen der Marksubstanz des Haares (diese Verhältnisse treten besonders prägnant bei Kaninchen hervor), das Str. spinosum der Wurzelscheide aber sich in die Rindensubstanz des Haares fortsetzen. Die Henle'sche Schichte entspräche, von diesem Standpunkte aus betrachtet, dem Str. lucidum der Epidermis und würde am Grunde des Haares zum Oberhäutchen desselben. Die Huxley'sche Schicht ginge in das Oberhäutchen der inneren Haarwurzelscheide über (Mertsching). — Die andere Ansicht geht dahin, dass das Haar von gewissen Matrices, die aus proliferirenden, auf der Oberfläche der Papille gelegenen Zellen bestehen, seine Elemente bezieht. Aus diesen Keimschichten entstünden die Mark- und Rindensubstanz des Haares, das Oberhäutchen desselben und die innere Haarwurzelscheide (Unna).

Bei Säugethieren findet ein Haarwechsel statt, und zwar bei den meisten innerhalb gewisser Perioden. Beim Menschen findet er fortwährend statt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass das zum Ausfallen bestimmte Haar sich von seiner Papille ablöst, indem die Elemente seiner Zwiebel verhornen. Zugleich zerfällt die Rindensubstanz des Haares pinselförmig. Solche Haare nennt man im Gegensatz zu den Papillenhaaren, Kolbenhaare. In der Gegend der früheren Papille entsteht durch Proliferation der äusseren Haarwurzelscheide das neue Haar mit seinen Scheiden und einer neuen bindegewebigen Papille. Hierbei verdrängt das sich bildende und weiter wachsende neue Haar nach und nach das alte und bringt dasselbe schliesslich

zum Ausfall. Die näheren Umstände dieses Prozesses sind noch vielfachen Kontroversen unterworfen (vergl. Götte und Stieda 87).

Mit den Haarbälgen stehen Bündel glatter Muskelfasern in Zusammenhang. Sie entspringen in der Papillarschicht des Coriums und setzen sich im unteren Theile des bindegewebigen Haarbalges an dasselbe an. In ihrem Verlauf umfassen sie nicht selten die Talgdrüse des Balges. Da die Haarbälge gegen die Oberfläche der Haut schräg gestellt sind, also einen stumpfen und einen spitzen Winkel mit derselben bilden, und der Muskel im stumpfen Winkel liegt, so ist seine Funktion als Aufrechtsteller des Haares — Arrector pili — begreiflich.

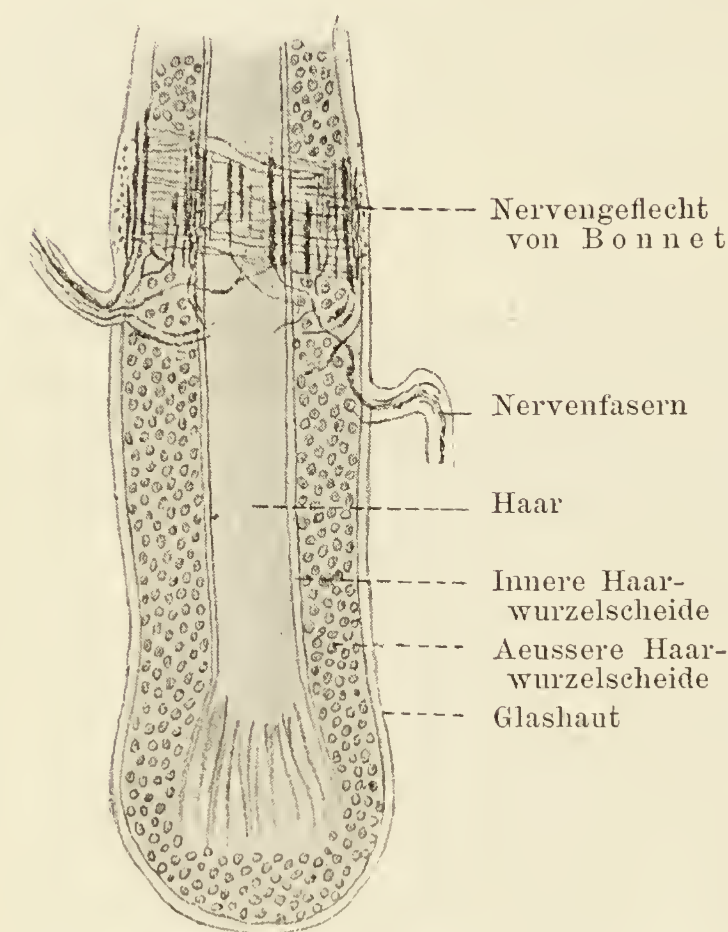


Fig. 226.
Längsschnitt durch das Haar und die Haarwurzelscheide der Katze. 160mal vergr. Technik Nr. 307.

Ueber die Gefässe des Haares sei erwähnt, dass die Haarpapille sehr gefässreich ist.

Die Nerven des Haares sind beim Menschen nicht näher bekannt. In den sogenannten Tasthaaren verschiedener Säuger enden sie in der äusseren Haarwurzelscheide in Form von Tastscheiben. In den übrigen Haaren wurde, bei der Katze z. B., hart unterhalb der Einmündung der Talgdrüse in den Haarbalg ein Nervenendapparat gefunden. Der Nerv bildet hier Geflechte von Fasern, von welchen das eine äussere, cirkulär verlaufende, das andere innere, longitudinal gerichtete Fasern aufweist. Die Beziehungen dieser Geflechte zu den Epithelien der Haarwurzelscheide sind dunkel geblieben (Jobert, Bonnet).

C. Nägel.

Eine eigenthümliche Modifikation der Epidermis sind die Nägel. Der äusserlich hervortretende Theil des Nagels heisst Nagelkörper, welcher auf dem Nagelbette, Matrix unguis, ruht und proximal und seitlich von einer Epidermisfalte, dem Nagelwall, überdeckt wird. Die zwischen Nagelwall und Nagelbett sich findende Rinne heisst Nagelfalz, Sulcus matricis unguis. Die proximale eingefalzte Partie des Nagels wird als Nagelwurzel bezeichnet, weil von dieser Stelle das Wachsthum des Nagels hauptsächlich ausgeht. Das Nagelbett wird zunächst vom Corium gebildet, die zahlreiche

straffe, ein dichtes Geflecht bildende Bindegewebsfasern aufweist. An der Oberfläche, gegen die Epidermis, bildet das Corium mehr oder weniger regelmässige, longitudinal verlaufende Leisten, Cristae matricis unguis, die

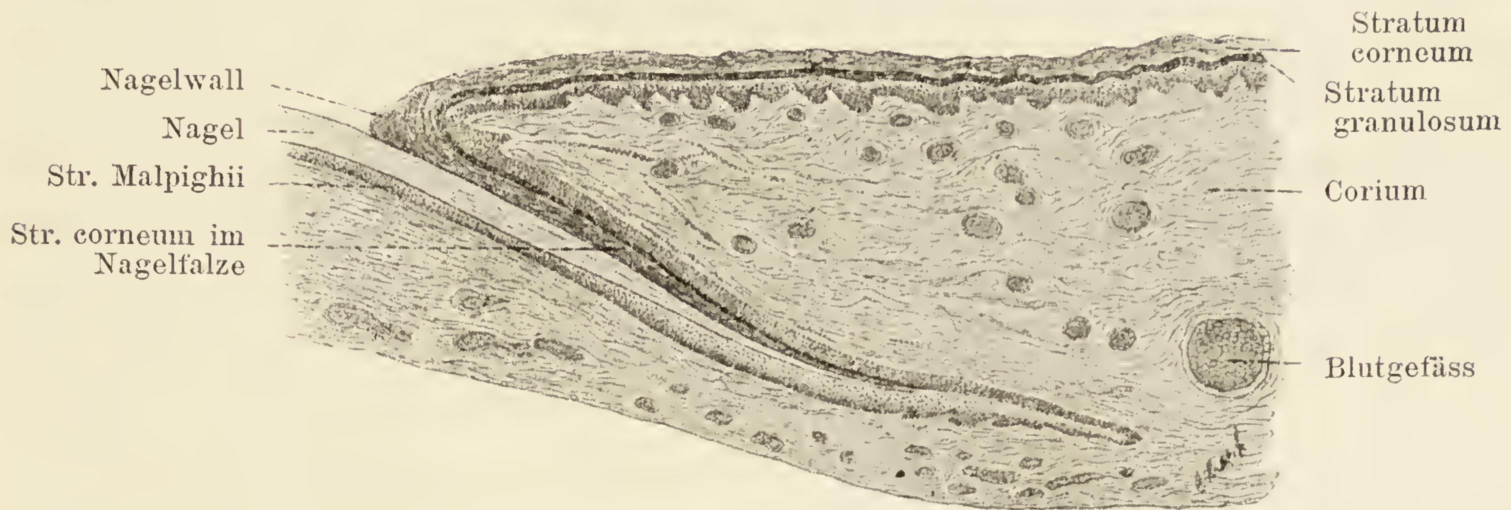


Fig. 227.
Längsschnitt durch den Nagel und Nagelfalz des Menschen. 34mal vergr.

distal, da wo der Nagel frei hervortritt, allmählich wieder in Bindegewebspapillen der Haut übergehen.

Die Lücken zwischen den Leisten, Sulcus matricis unguis werden von den Epidermiszellen ausgefüllt, die auch die Leisten selbst bekleiden. Sie entsprechen hier dem Stratum basale und dem Str. Malpighi der übrigen Epidermis. Das Str. granulosum ist hier im Allgemeinen nicht nachzuweisen, ausser vereinzelt in der Region der Nagelwurzel und der Lunula, und vorne in der Region des sogenannten Bändchens.



Fig. 228.
Querschnitt durch den Nagel und Nagelfalz vom Menschen. 34mal vergr.

Dass die Lunula, wie überhaupt die Nagelwurzel in der That ihre weissliche Farbe dem Vorhandensein von Keratohyalin verdankt, geht aus den Untersuchungen von Unna hervor. Früher glaubte man die differente Färbung der Lunula durch ein verschiedenes Verhalten der Gefässe hier gegenüber dem übrigen Nagelkörper erklären zu können. Der Nagelkörper mit Ausnahme der Lunula ist ja durchsichtig — ein Umstand, der sich dadurch erklären lässt, dass die Elemente des Nagels als Zellen des Str. lucidum zu deuten sind, durch welche hindurch man die Gefässe des Nagelbettes durchscheinen sieht, was in der Lunula und am Bändchen wegen des Vorhandenseins von Keratohyalinkörnern nicht der Fall ist.

Der Nagel selbst besteht aus Zellen, welche denjenigen des Str. lucidum der Epidermis genetisch entsprechen. Es sind platte, durchsichtige Zellen, die sehr fest aneinander gefügt und sämmtlich kernhaltig sind. Sie decken

sich dachziegelförmig in der Weise, dass die unteren Lagen immer weiter distal reichen, als die auf ihnen liegenden oberen. Zur Zeit als der Nagel eben sich bildet (im vierten Embryonalmonat), ist ein Nagelfalz schon vorhanden. In der Region des späteren Nagelkörpers entsteht aber der Nagel zuerst und zwar als eine mächtige Verdickung des Str. lucidum; er ist also in diesem Stadium von den übrigen Schichten des Str. corneum, dem Perionychium, noch bedeckt. Allmählich breitet sich die Nagelanlage aus und erreicht schliesslich den Nagelfalz. Das Wachsthum des Nagels geht zunächst überall gleichmässig und überall auf dieselbe Weise vor sich. Das im Str. lucidum vorhandene Eleidin findet sich selbstverständlich im Nagel wieder und entsteht, wie wir früher sahen aus dem Keratohyalin. Es ist begreiflich, dass später, wenn das Wachsthum des Nagels auf die Region der Nagelwurzel beschränkt bleibt, dort auch das Keratohyalin sich vorfindet. Wenn der Nagel nach vorne zu wachsen beginnt (im neunten Monat), so wird der grösste Theil des Perionychiums abgeworfen; zeitlebens bleibt aber am Nagelwall und neben dem freien Nagelende ein Theil des Perionychium als Ep- und Hyponychium erhalten.

D. Drüsen der Haut.

Die in der Haut gelegenen Drüsen sind von zweierlei Art. 1. Die Schweissdrüsen und 2. die Talgdrüsen. Eine Modifikation der Letzteren ist die Milchdrüse.

1. Schweissdrüsen.

Was zunächst die Schweissdrüsen angeht, so sind sie in der ganzen Haut verbreitet, kommen aber an gewissen Stellen in besonders dichten Anhäufungen vor, so z. B. in der Achselhöhle, am Handteller und der Fusssohle. Sie liegen entweder im Fettpolster der Lederhaut, oder aber noch tiefer im Unterhautbindegewebe (Achselhöhle). Zu derselben Gruppe wie die Schweissdrüsen gehören auch die Ohrenschmalzdrüsen (Gl. ceruminosae), gewisse Drüsen des Augenlides, Gl. ciliares (Molli) und die Circumanaldrüsen.

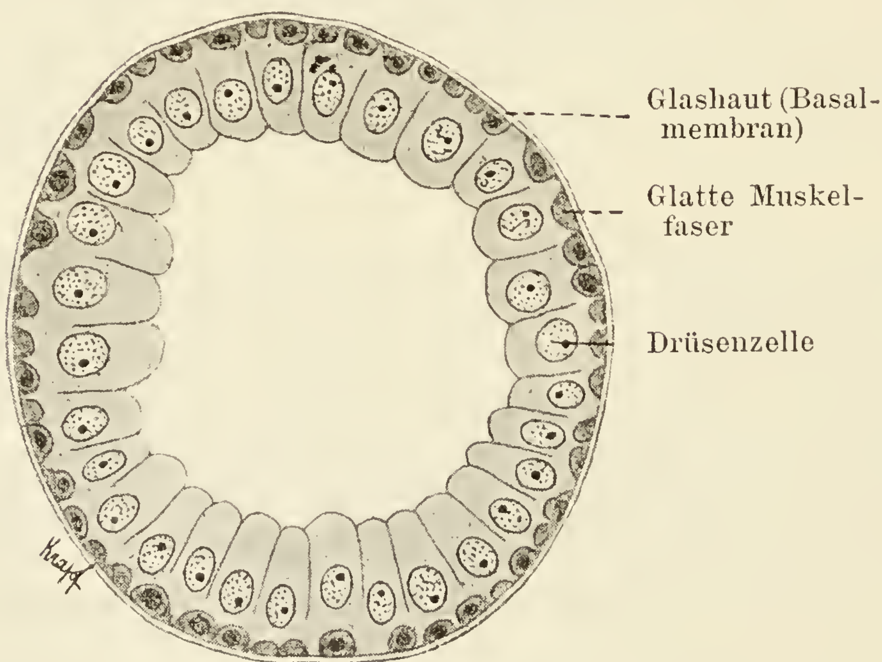


Fig. 229.
Querschnitt durch einen Schweissdrüsenschlauch der Achselhöhle des Menschen. Sublimatfixation. 600mal vergr.

Die Schweissdrüsen sind einfache tubulöse Drüsen, deren secernirender Theil aufgeknäuelt ist, weshalb sie auch als Knäueldrüsen (Gl. glomiformes) bezeichnet werden. Der Knäuel ist in der Regel 0,3—0,4 mm dick, in der Achselhöhle 3—7 mm. Der Ausführungsgang (Ductus sudoriferus) verläuft innerhalb des Coriums geradegestreckt und erreicht die Epidermis stets zwischen zwei Papillen. Von hier ab ist sein Verlauf ein korkzieherartig gewundener, wobei festzuhalten ist, dass der Ausführungsgang innerhalb der Epidermis keine eigenen Wandungen besitzt, sondern sich einfach durch die verschiedenen Schichten der Epidermis begrenzt findet. Jedoch sind die hier in Frage kommenden Epidermisschichten konzentrisch um das Lumen des Ganges geordnet.

Die Elemente des secernirenden Theiles des Knäuels (Corpus Gl. sudoriferae) sind kubische Zellen, im ausführenden Abschnitt sind sie in zwei Schichten angeordnet. Die Membrana propria ist sowohl im secernirenden als auch im ausführenden Theile der Drüse fein und strukturlos; ihr schliesst sich nach aussen eine bindegewebige Membran an. Eine Eigenthümlichkeit des secernirenden Theiles besteht weiterhin darin, dass hier zwischen der M. propria und den Epithelzellen der Drüse im Allgemeinen longitudinal angeordnete glatte Muskelfasern sich finden. Ihr Vorhandensein an dieser Stelle lässt keine andere Deutung zu, als dass sie aus epithelialen Elementen der Epidermis hervorgegangen sind.

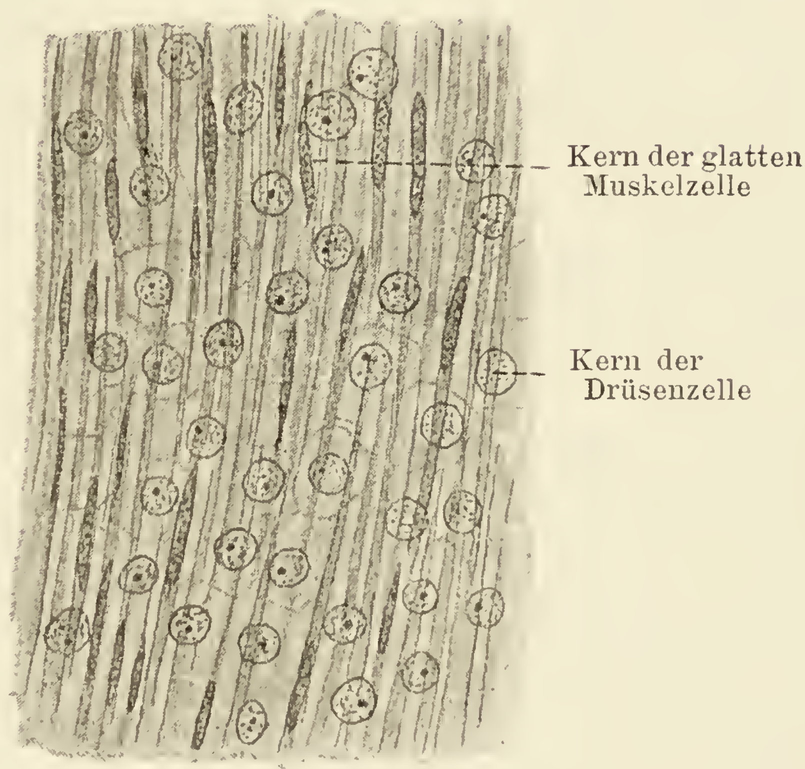


Fig. 230.

Tangentialschnitt durch einen Schweissdrüsenschlauch der Achselhöhle des Menschen. Sublimatfixation. 700mal vergr.

Die Veränderungen der Zellen während der Sekretion sind noch nicht genügend untersucht, jedenfalls geht die Sekretion nicht nach dem Typus der Talgdrüsen vor sich (s. u.). Zu dem eigentlichen Drüsensekret scheint noch die sogenannte interspinale, sich zwischen den Stachelzellen der Epidermis befindliche serumartige Flüssigkeit hinzuzugesellen, welche sich in den innerhalb der Epidermis vorhandenen Theil des Ausführungsganges der Drüse ergiesst (Unna).

Die Entwickelung der Schweissdrüsen beginnt im fünften Embryonalmonat. Es sind anfangs solide Wucherungen des Str. basale und

Str. germinativum der Epidermis. Erst im siebenten Monat höhlen sich diese Anlagen aus.

2. Talgdrüsen.

In ihrem Vorkommen in der Haut sind die Talgdrüsen eng an die Haarbälge gebunden, in welche sie einmünden. Ausnahmen hiervon bilden nur einige Körperstellen, so die Glans und das Präputium penis (die Tysonschen Drüsen), die Drüsen der Labia minora, die am Mundwinkel, Gl. tarsales (Meibomi) u. s. w.; hier münden die Drüsen frei auf die Hautoberfläche. In der Regel münden die Talgdrüsen im oberen Drittel des Haarbalges mit einem breiten Gang, dessen Wandungen ebenfalls Sekret liefern und sind dieselben also nicht ohne Weiteres als speziell differenzirte Ausführungsgänge anzusehen. Am Grunde verbreitet sich dieser Gang und hier münden in ihn mehrere einfache oder zusammengesetzte Alveolen. d. h. runde und birnförmige Ausbuchtungen des Ganges. Die Talgdrüse ist also eine zusammengesetzte alveoläre Drüse. Ihre Grösse variirt zwischen 0,2—5 mm. Umgeben ist die Drüse von einer zugleich zum Haarbalg gehörigen Bindegewebsschicht, worauf eine Membrana propria, die Fortsetzung der Glashaut des Haarbalges folgt. Auf ihr sitzen die eigentlichen Drüsenzellen in mehrfacher Schicht und füllen den Drüsenkörper vollständig aus: ein Lumen als solches fehlt. Die 2—3 basalen Lagen der Drüsenzellen lassen sich als eine unmittelbare Fortsetzung der Elemente der äusseren Haarwurzelscheide auffassen. In den nach innen folgenden Lagen zeigen sich die Zellen auffallend verändert, indem ihr Inhalt grob granulirt wird und ihr Kern zu atrophiren beginnt; er wird durch die sich in der Zelle anhäufenden Körner komprimirt, wird kleiner und zackig. Schliesslich zerfallen die Zellen und ihr Inhalt wird zum Sekret, der als Talg in den Haarbalg entleert wird. Wir sehen also, dass bei der Talgsekretion ganze Zellen verbraucht werden und ersetzt werden müssen. Dieser Ersatz erfolgt von den basalen Zellen aus, die sich fortwährend vermehrend die umgewandelten Zellen vor sich schieben und an Stelle der verbrauchten Elemente neue liefern. Der definitive Zerfall der Zellen geschieht entweder schon innerhalb der Drüse oder erst zwischen dem Haarbalg und dem Haar. Man findet demnach im Sekret grössere oder kleinere fettartige Kageln, die entweder frei oder noch von Zellen und Zellresten eingeschlossen sind.

Die Talgdrüsen entwickeln sich am Ende des vierten Embryonalmonats; da, wo sie an Haarbälgen hängen, entstehen sie aus der äusseren Haarwurzelscheide; an Stellen, an welchen sie selbständig auftreten aus dem Str. Malpighi der Epidermis. Es sind solide Wucherungen der betreffenden Zellenschichten.

3. Die Milchdrüse.

Zu den Hautdrüsen gehört auch die Milchdrüse. Sie legt sich schon frühe an, aber erst im fünften Monat kann man in ihr einen soliden Centraltheil und von ihm ausgehende radiäre, mit Endausbuchtungen versehene An-

lagen finden. Die ganze Anlage geht von den basalen Schichten der Epidermis aus. Von der Geburt an bis zum Eintritt der Pubertätszeit wächst das ganze Organ und erhält dabei eine dicke, bindegewebige Scheide. Die inzwischen entstandenen Alveolen sind noch solide und verhältnissmässig klein. Etwa bis zum 14. Jahr verhalten sich die Drüsenanlagen bei Knaben und Mädchen vollständig gleich. Während aber die Milchdrüse des Weibes mit Eintritt der Pubertät sich weiter entwickelt, bildet sich die des Mannes bis auf die Milchgänge allmählich zurück. Indessen erreicht die Milchdrüse beim Weibe ihre vollständige Ausbildung erst in den letzten Schwangerschaftsmonaten und ist zur Zeit der Geburt funktionsfähig.

Die sich zur Milchsekretion anschickende Drüse hat beim Menschen folgenden Bau: sie besteht aus ca. 20 durch Bindegewebe von einander geschiedenen Lappen, Lobi, welche in eine grössere Anzahl kleinerer, Lobuli, zerfallen und diese bestehen wiederum aus einer grossen Anzahl von Alveolen, welche, wie in der Lunge, stets sekundäre seitliche Ausbuchtungen aufweisen. Die Alveolen gehen in kleinere Ausführungsgänge über, die sich zu grösseren vereinigen, welche schliesslich in einen Milchgang zusammenfliessen. Kurz vor der Ausmündung an der Papilla mammae erweitert sich jeder Milchgang zu einem länglichen Bläschen, dem Milchsäckchen (Sinus lactiferus). Die Anzahl der Gänge entspricht der Anzahl der gröberen Lappen. Gänge und Alveolen sind von einem einschichtigen Epithel bekleidet, welches in den Ausführungsgängen kubisch ist.

Das Epithel der Alveolen verhält sich während der Ruhe und während der Sekretion verschieden. Im Ruhezustande besteht dasselbe aus dunklen, annähernd kubischen Drüsenzellen, deren innere nach dem Lumen zu gerichtete Fläche hervorgebuchtet erscheint. Schickt sich die Drüse zur Sekretion an, so wachsen die Zellen in die Länge und es erscheinen in ihrem Innern, namentlich zahlreich in dem dem Drüsenlumen zugekehrten Ende der Zelle, Fetttröpfchen. Dementsprechend vergrössert sich auch die ganze Alveole. Der am meisten verfettete freie Theil der Zelle schnürt sich schliesslich ab und fällt in das Lumen, worin die Fetttröpfchen frei werden. Die secernirt habende Alveole besteht jetzt aus niederen Epithelzellen, bei denen der eben beschriebene Vorgang von neuem beginnen kann. Die Milchsekretion besteht also im Wesentlichen darin, dass die verfettete Hälfte der Zelle abgestossen wird und die kernhaltige, übrig gebliebene Zellenhälfte sich wieder regenerirt. Ob hierbei ein Theilungsvorgang von Seiten des Kernes stattfindet, bleibt noch zu eruiren. Wie oft dieser Regenerationsprozess von einer Zelle wiederholt werden kann, ist nicht zu bestimmen. Es ist aber sicher, dass auch ganze Zellen zu Grunde gehen und durch andere ersetzt werden können.

Die Membrana propria der Alveolen sieht homogen aus; zwischen derselben und den Drüsenzellen befinden sich sogenannte Korbzellen, welche Anordnung an jene in Speicheldrüsen erinnert. Um die Ausführungsgänge sind reichliche Mengen cirkulär verlaufender Bindegewebsfasern vorhanden.

Die Milch besteht aus grösseren und kleineren Fetttröpfchen, welche nicht zusammen fliessen, was durch die Anwesenheit einer eiweissartigen, die Tröpfchen umgebenden, sogenannten Haptogenmembran, um die Kügelchen bedingt wird. Kurz vor und einige Tage nach der Geburt enthält aber die Milch des Weibes wahre, mit Fetttröpfchen versehene, kernhaltige Zellen, Colostrum-Körperchen, welche wahrscheinlich nichts anderes sind, als in toto verfettete und abgestossene Drüsenzellen. Einige wollten in diesen Zellen in die Drüse eingewanderte, dort verfettete und in das Drüsenlumen ausgewanderte Leukocyten sehen. Diese Milch wird als Colostrum bezeichnet.

Die Haut der Papilla mammae ist pigmentirt. Die Cutispapillen sind sehr schmal und hoh; es finden sich im Corium eine reichliche Menge glatter Muskelfasern, die zum grossen Theil cirkulär um die Milchgänge verlaufen.

Im Warzenhof, Areola mammae, sind, namentlich während der Laktationsperiode, die sogenannten Gl. areolares (Montgomeri) anzutreffen, welche ihrem Bau nach als accessorische Milchdrüsen aufgefasst werden müssen.

Untersuchungsmethoden für die Haut und ihre Derivate.

303. Um Uebersichtsbilder der Haut zu erhalten, ist es nöthig, durch dieselbe Schnitte anzufertigen. Für diesen Zweck ist die Vorbehandlung eine ziemlich gleichgültige; jedoch ist eine Fixirung in Alkohol wegen der nachträglichen besseren Färbbarkeit anderen vorzuziehen. Will man jedoch Einzelheiten studiren, so fixire man entweder mit Flemming'scher Lösung, Sublimat oder Osmiumsäure.

Das Schneiden der Haut ist mit vielen Schwierigkeiten verknüpft und kann man grössere Stücke derselben nur in Celloidin schneiden. — Mittelgrosse und kleinere Stücke der Haut lassen sich aber auch in Paraffin schneiden; hierbei muss aber folgendes berücksichtigt werden: die Haut muss möglichst rasch in Paraffin eingeschlossen werden, d. h. sie darf weder in Alkohol, noch in Toluol etc. lange verweilen. Das zum Schneiden verwendete Paraffin muss von der weichsten, das Schneiden eben noch zulassenden Sorte sein (etwa von 50° Schmelzpunkt).

Um von der Haut gute Paraffinschnitte zu erhalten, verfahre man folgendermassen: die in Osmiumsäure oder in Flemming'scher Lösung fixirten Stücke werden in 96% Spiritus aufgehoben, dann auf höchstens 24 Stunden in abs. Alkohol übertragen und durch Chloroform in Paraffin übergeführt. In Chloroform, in Chloroform-Paraffin und in reinem Paraffin bleiben sie etwa je 1 Stunde. Die Paraffinsorte wird am zweckmässigsten so zusammengesetzt, dass man $^2/_3$ Paraffin von 42—45° Schmelzpunkt und $^1/_3$ Paraffin von 45—50° Schmelzpunkt nimmt. Den Thermostat erwärme man auf 50° C. (R. Barlow). Die Schnitte dürfen nicht mit Eiweiss, sondern am besten mit Wasser festgeklebt werden, da schon beim Erwärmen, oder nach einer Behandlung mit Säuren, ja schon bei der Berührung mit Wasser die von Paraffin befreiten Schnitte sich werfen.

304. An Schnitten der frisch mit Osmiumsäure fixirten Epidermis differenziert sich das Str. corneum, wohl in Folge des beschränkten Eindringens des Reagens, in 3 Lagen: 1. in eine oberflächliche, schwarze, 2. in eine mittlere, farblose und 3. in eine tiefe, ebenfalls schwarze Lage (s. Fig. 231).

Die Hornsubstanz ist unlöslich in kochendem Wasser und wird von schwachen organischen Säuren nicht angegriffen. Sie löst sich aber in kochendem Eisessig, bleibt hingegen in Pepsin und Trypsin unverändert.

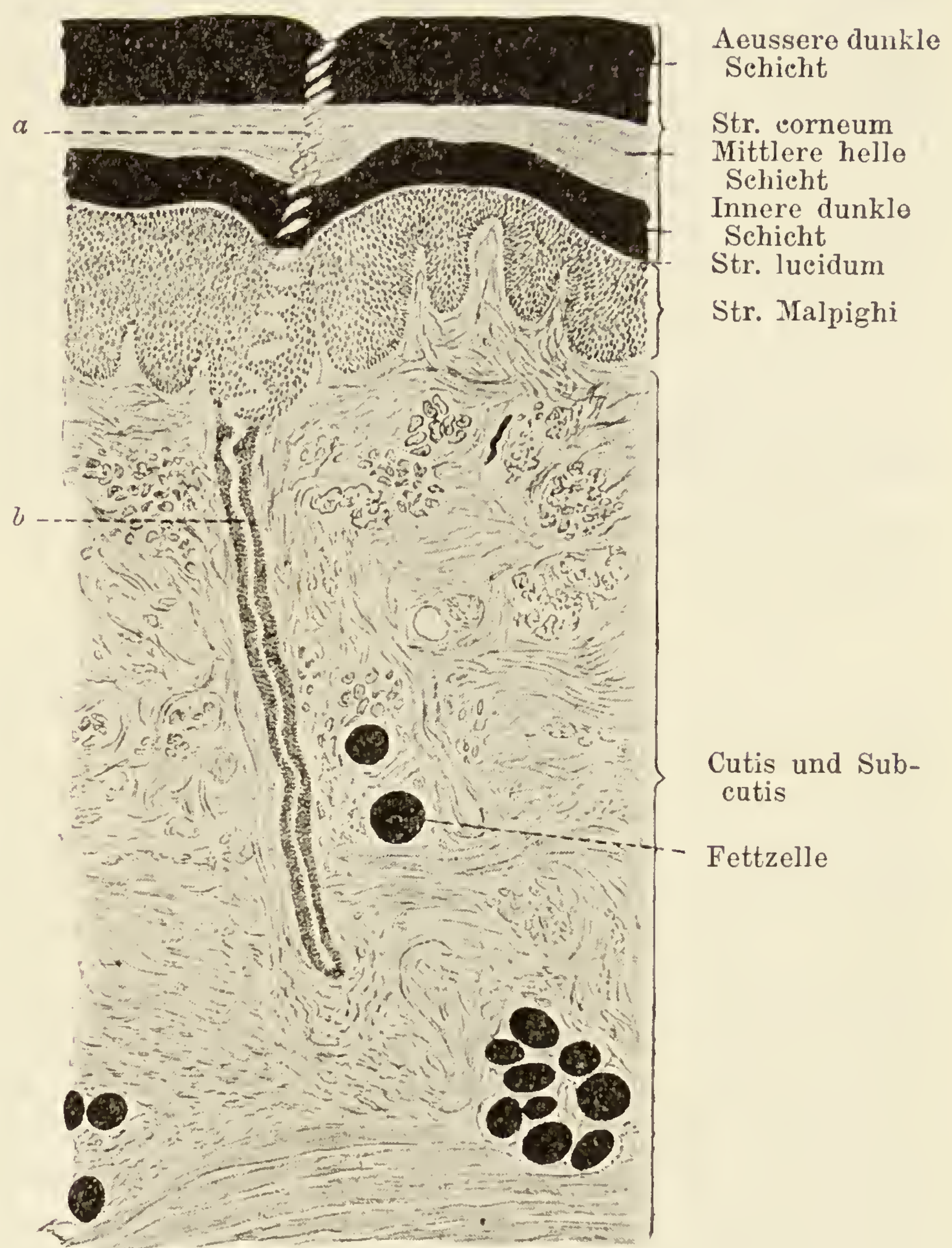


Fig. 231.

Querschnitt durch die Haut des Menschen. Behandlung mit Osmiumsäure. 30mal vergr.

a Korkzieherförmiger Abschnitt des Ausführungsganges einer Schweissdrüse innerhalb der Epidermis; *b* Ausführungsgang einer Schweissdrüse in der Cutis gelegen.

305. Das Stratum lucidum färbt sich an mit Alkohol und Sublimat fixierten Objekten mit Pikrokarmin gelblich. In basischen Anilinfarbstoffen wird dasselbe nur sehr schwach gefärbt. An ungefärbten Präparaten erscheint es glasartig durchsichtig.

Eleidin ist im Stratum lucidum und corneum diffus verbreitet. Es färbt sich, wie das Keratohyalin, mit Osmiumsäure und Alkannatinktur, auch mit Pikrokarmin, nicht aber mit Hämatoxylin. Nigrosin färbt Eleidin, nicht aber Keratohyalin.

306. Die Körner des Str. granulosum, das Keratohyalin, quillt in 1—5 % Kalilauge; in der Wärme lösen sie sich darin gleichzeitig mit den sie enthaltenden Zellen auf. Durch Ammoniak werden die Körner nicht verändert. Auch in starker Essigsäure bleiben sie längere Zeit intakt. Da Ammoniak und Essigsäure die übrigen Gewebstheile aufhellen, so können diese Flüssigkeiten zum raschen Aufsuchen des Keratohyalins gebraucht werden. In kohlensaurem Natron (1 %) quellen die grösseren Keratohyalinschollen, die kleineren Körner nicht; überhaupt sind die grösseren Körner weniger widerstandsfähig als die kleineren. In Alkohol, Chloroform und Aether bleibt das Keratohyalin unverändert. In Trypsin und Pepsin wird es verdaut (Keratin nicht). — Mit Karmin, Hämatoxylin und den meisten basischen Anilinen kann gefärbt werden.

307. Die gegenseitigen Beziehungen der Riffe der Zellen des Str. Malpighi lassen sich an sehr dünnen Schnitten (nicht über 3 μ), die am besten einer in Osmiumsäure fixirten Haut entnommen sind, untersuchen. Man verwendet hierbei mit Vortheil nicht Lack, sondern das weniger aufhellende Glycerin. Will man Riffzellen isoliren, so verfährt man am besten folgendermassen (Schifferdecker): eine frische Epidermis wird in einer wässerigen, kaltgesättigten und filtrirten Lösung von Pankreatinum siccum ein Paar Stunden macerirt, kann dann beliebig lange Zeit in Glycerin-Wasser-Alkohol zu gleichen Theilen aufgehoben werden. Solchen Stücken entnommene Fetzen lassen sich leicht zerzupfen und zeigen sowohl isolirte als auch zu kleinen Gruppen verbundene Riffzellen.

308. Die Verbreitung des Pigmentes in der Haut lässt sich am besten an ungefärbten Schnitten studiren. Bei enger Blende erscheinen die Pigmentkörner (mittlere Einstellung vorausgesetzt) bei Hebung des Tubus dunkler, bei Senkung heller.

309. An Schnitten durch die mit Flemming'scher Flüssigkeit behandelte Haut kann man sich auch über den Bau der Cutis orientiren. Die Markscheiden der Nervenfasern und das Fett erscheinen schwarz. An mit Safranin gefärbten Präparaten treten die roth gefärbten elastischen Fasern deutlich hervor (Stöhr und O. Schultze). — Orceinmethode nach Unna, s. T. 138.

310. Die Haare können einfach in Wasser untersucht werden. Man sieht das Oberhäutchen aus polygonalen Feldern bestehen, deren Grenzlinien den Grenzen der platten Zellen entsprechen. Bei tieferer Einstellung erscheint die Rindensubstanz undeutlich gestrichelt, eventuell pigmentirt. Die Marksubstanz, wenn solche vorhanden ist, kann ebenfalls gesehen werden, ebenso die Lufteinschlüsse. Rinden- und Oberhäutchenzellen können auch isolirt werden, indem man die Haare tagelang in einer 33% Kalilauge bei gew. Temperatur liegen lässt, oder einige Minuten in derselben erwärmt. Auch konz. oder verdünnte Schwefelsäure führt zu demselben Resultate. Erwärmt man das Haar in Schwefelsäure, bis dasselbe sich zu krümmen beginnt und untersucht dann in Wasser, so findet man, dass Rinden- und Markschicht, auch das Oberhäutchen, in ihre Elemente zerfallen sind. Für die Untersuchung der Haare und ihrer Wurzelscheiden empfiehlt sich die Vorbehandlung der Haut mit Müller'scher Flüssigkeit, Alkohol oder Sublimat. Das Präparat muss besonders sorgfältig orientirt werden, damit man möglichst genaue Längs- und Querschnitte durch das Haar gewinnt. „Es giebt wohl kaum ein Körpergebilde, welches sich besser für die reiche Skala der Theerfarben eignet, wie Haar und Haarbalg“ (Merkel).

311. Die Meissner'schen Körperchen sind an den Endgliedern der Finger am bequemsten zu finden. Kocht man ein Stück der frischen Fingerhaut ungefähr 1/4 Stunde lang, so lässt sich die Epidermis leicht abziehen; auf der nun freien Oberfläche der Cutis bleiben die Papillen sitzen, welche man mit einem Rasiermesser abtragen und etwa in einer 3% Essigsäure untersuchen kann. Man findet in ihnen die Meissner'schen Körperchen leicht. Die Beziehungen der Nerven zu den letzteren studirt man entweder an mit Osmiumsäure oder mit Goldchlorid fixirten Hautstücken.

312. Die Herbst'schen und Grandry'schen Körperchen findet man in der Wachshaut des Schnabels oder in den Gaumenleisten der Ente (besonders zahlreich in der Zunge des Spechtes). Für das Studium ihrer Nerven empfiehlt sich folgende Methode: Stücke einer frischen, mit einem Rasier-

messer hart am Periost abgetragenen Wachshaut kommen auf 20 Minuten in eine 50 % Ameisensäure. Nachdem das Präparat eine kurze Zeit in dest. Wasser abgespült worden ist, wird es in eine geringe Menge einer 1 % Goldchloridlösung gebracht (20 Min.), dann flüchtig mit dest. Wasser abgespült und auf 24—36 Stunden mit einer grossen Menge (1/3 Liter) Prichard'scher Lösung (Amylalkohol 1, Ameisensäure 1, Wasser 100) (im Dunkeln!) behandelt. Nachdem man die Stücke mit Wasser abgespült hat, überträgt man sie in Alkohol von allmählich steigender Konzentration und schneidet in Celloidin oder Celloidin-Paraffin.

313. Die Pacini'schen Körperchen sind am Mesenterium der Katze zu finden und können frisch in physiologische Kochsalzlösung untersucht werden.

314. Die Nerven der Epidermis können mit Goldchlorid (s. p. 113) dargestellt werden. Aber auch hier liefert die Chromsilbermethode die ausgiebigsten Resultate und wird mit grossem Erfolg auch für das Studium der Nerven der Cutis angewandt.

315. Die sogen. Tastscheiben finden sich zahlreich im Rüssel des Schweines und des Maulwurfs. Bonnet empfiehlt hiefür eine Fixation mit einer 1/3 % Chromsäure (s. T. 26), Ueberfärbung mit Hämatoxylin und Differenzirung in einer alkoholischen Lösung von rothem Blutlaugensalz.

VIII. Das Sehorgan.

A. Allgemeines.

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel, Bulbus oculi, und aus dem in den letzteren eintretenden N. opticus.

Am Augapfel unterscheiden wir 1. eine äussere feste Hülle, welche als Fortsetzung der Dura mater aufgefasst werden kann — die Tunica fibrosa seu externa. Nach vorn bildet sie eine durchsichtige Haut, die Hornhaut oder Cornea, während ihr übriger Theil als Tunica sclerotica oder kurz als Sklera bezeichnet wird; 2. die auf die T. fibrosa folgende gefässreiche Haut, die Tunica vasculosa seu media, die wiederum in die Chorioidea, in den Ciliarkörper und die Iris zerfällt, und 3. die innere Haut, Tunica interna, welche zwei Schichten zeigt, von denen die innere die Netzhaut oder Retina, die äussere die Membrana pigmenti darstellt. Die letztere überzieht die innere Fläche der Tunica vasculosa in ganzer Ausdehnung.

Im Innern enthält der Augapfel das Kammerwasser, die Linse, den Glaskörper. Die Linse ist durch einen besonderen Apparat, Zonula ciliaris, am Ciliarkörper fixirt. Durch die Linse und ihren Fixirungsapparat wird der Binnenraum des Augapfels in zwei Abschnitte getheilt, in den Kammerwasserraum und den Glaskörperraum.

Der Kammerwasserraum wird durch die Iris in die vordere und hintere Augenkammer zerlegt. Die letztere ist im Leben nur ein enger kapillarer Spalt.

B. Anlage des Auges.

Die Augen legen sich beim Menschen in der vierten Woche des Embryonallebens an und sind anfangs ventrale, paarige, lateralwärts gerichtete Aus-

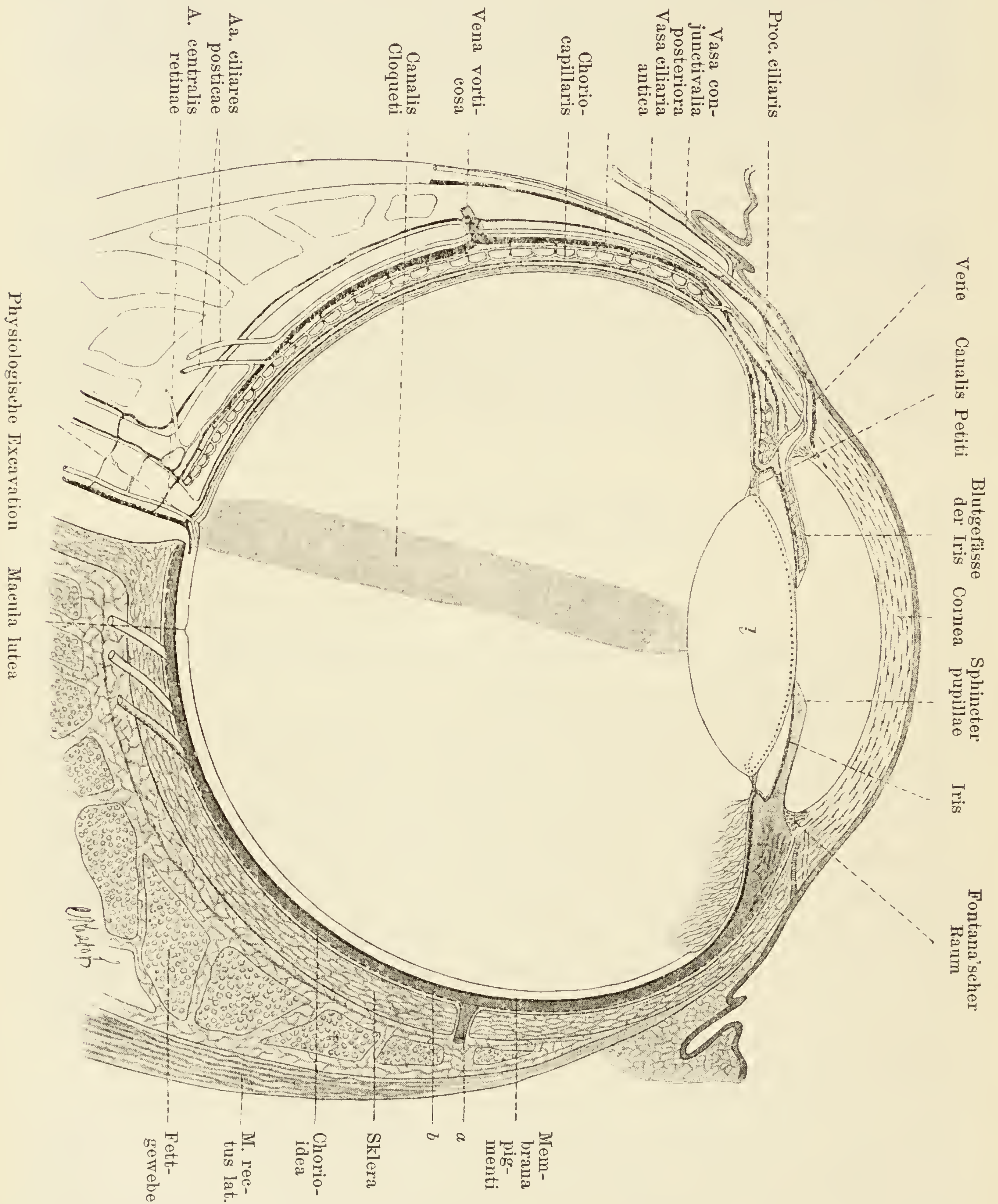


Fig. 232.
Schematische Darstellung des Auges. Nach Leber und Flemming.
a V. vorticosa. *b* Chorioidea. *l* Linse.

stülpungen des Vorderhirnes. Diese Ausstülpungen reichen bis zum Ektoderm und werden als primäre Augenblasen (Vesiculae ophthalmicae)

bezeichnet. Den engeren, jederseits Gehirn und Blase verbindenden Abschnitt, bezeichnet man als Augenblasenstiel.

Bald darauf beginnt ein Einstülpungsprozess: der laterale gegen das Ektoderm gerichtete Theil der Augenblasenwand wird gegen den medialen Theil derselben eingestülpt. Die primäre Augenblase wird dadurch zur sekundären (Caliculus ophthalmicus), welche die Form eines doppelwandigen Bechers hat. Man kann nun an der sekundären Augenblase ein inneres und ein äusseres Blatt unterscheiden, welche beide an dem Becherrand durch Umschlag ineinander übergehen.

Gleichzeitig senkt sich ein scheibenförmiger, verdickter Theil des Ektoderms gegen die Mündung der becherförmigen sekundären Augenblase ein — die Anlage der Linse.

An der ventralen Seite der sekundären Augenblase zeigt sich eine vom Umschlagsrande bis zum Augenstiel reichende Kerbe, der embryonale Augenspalt. Dieser durchsetzt die beiden Blätter der Augenblase nicht, seine Ränder sind vielmehr auch Umschlagsränder der beiden Blätter ineinander.

Der Augenspalt dient als Leitbahn für den sich entwickelnden N. opticus und für die Gefässe.

Das äussere Blatt der sekundären Augenblase gestaltet sich zur Membrana pigmenti, das innere liefert die Retina. Die Optikusfasern entwickeln sich einerseits aus von gewissen Ganglienzellen der Retina centripetal auswachsenden Neuriten, zu welchen sich andererseits später centrifugal vom Gehirn herkommende Neuriten hinzugesellen. (Froriep.)

Das sich zur Bildung der Linse einstülpende Ektoderm schnürt sich als eine Blase vom übrigen Ektoderm ab; die mediale Hälfte der Blase liefert durch Auswachsen der Zellen in die Länge die Linsenfasern; die laterale hingegen die vordere dünne epitheliale Kapsel derselben. Das der Linse gegenüberliegende Epithel des Ektoderms wird zum äusseren Epithel der Hornhaut und der Conjunctiva, welche beide vom übrigen benachbarten Ektoderm zu dieser Zeit noch nicht scharf abgegrenzt sind; erst durch die Entwickelung der Augenlider gewinnt diese Partie eine deutliche Begrenzung. — Alle übrigen Theile des Auges, also der Glaskörper, die Gefäss- und Regenbogenhaut, die Sklera mit der Cornea und dem Descemet'schen Epithel sind Produkte des Mesoderms.

C. Tunica fibrosa oculi.

1. Die Sklera.

Die Sklera bildet die äussere feste Haut des Augapfels und setzt sich direkt in die durchsichtige Hornhaut fort. Im hinteren medialen Theil des Augapfels ist sie am Eintritt des Sehnerven durchbrochen (Lamina cribrosa). Sie besteht aus Bündeln von Bindegewebsfasern, welche schichten-

weise in äquatorialer und meridionaler Richtung verlaufen. An der äusseren Skleralrinne (in der Nachbarschaft der Hornhaut) ist die Anordnung der Fasern vorwiegend äquatorial. Die Sehnen der Augenmuskeln gehen ebenfalls in die Skleralfasern über und zwar derart, dass die Sehnen der geraden Muskeln in die meridionalen, die der schiefen in die äquatorialen sich fortsetzen. In der Sklera finden wir Schaftbahnen, welche in direktem Zusammenhang mit denen der Hornhaut stehen. Sie sind viel gröber und unregelmässiger angeordnet als die der Hornhaut und gleichen hierin den Saftbahnen des Bindegewebes.

Wir treffen in der Sklera konstant Pigmentirungen und zwar an folgenden Stellen: 1. am Hornhautrande; 2. in der Nähe des Optikuseintrittes und 3. an der der Chorioidea zugewandten Seite. Diese pigmentirte innerste Schicht der Sklera ist nach innen von einer Lage platter Zellen bekleidet und wird auch als eine eigene Membran, Lamina fusca sclerae, aufgefasst. Auch die äussere Oberfläche der Sklera zeigt einen Ueberzug platter Zellen, die der Tenon'schen Kapsel (Fascia bulbi [Tenoni] N.) angehören. Vorn ist an die Sklera die Conjunctiva sclerae (Tunica conjunctiva bulbi) durch lockeres, elastische Fasern enthaltendes Bindegewebe verschiebbar befestigt.

Die Cornea selbst ist in die Sklera eingefalzt, ähnlich wie ein Uhrglas in einen Uhrglasrahmen. An der Uebergangsstelle beider Häute befindet sich ein einfacher oder septirter, ein venöses Geflecht (Sinus venosus sclerae gelegen im Canalis Schlemmi, Lauthi) enthaltender Kanal. Derselbe wird vorn von der Hornhaut und Sklera, z. Th. auch vom Ursprungsabschnitt des M. ciliaris begrenzt. Die Sklera macht also die Hälfte der Wandung des Kanales aus und zeigt an der entsprechenden Stelle eine ringförmige Rinne, die sogenannte (innere) Skleralrinne.

Die Blutgefässe der Sklera stammen aus den vorderen Ciliargefässen. Die Kapillaren münden entweder in die Ciliarvenen oder in die Venae vorticosae ein. Die übrigen zahlreichen Gefässe ziehen durch die Sklera durch, um sich zur Chorioidea, Iris und zum Skleralrande zu begeben. An der Hornhautgrenze biegen die Kapillaren um.

2. Die Hornhaut.

Sie besteht aus folgenden Schichten: 1. aus dem vorderen Epithel (Epithelium corneae); 2. aus der vorderen Basalmembran (Lamina elastica anterior [Bowmani]); 3. aus der eigentlichen Grundschicht der Hornhaut (Substantia propria); 4. aus der Descemet'schen Haut (Lamina elastica posterior [Demoursi, Descemeti]); 5. aus dem Epithel der Elastica posterior (Epithelium camerae anterioris).

Das vordere Epithel, speziell Corneaepithel genannt, hat in der centralen Partie der Cornea beim Menschen etwa acht Schichten. Seine basale

Fläche ist glatt; Bindegewebspapillen fehlen. Die basale Epithelschicht besteht aus cylindrischen Zellen von ungleicher Höhe; die nächst äusseren Schichten enthalten unregelmässig-polygonale Zellen, während die zwei bis drei oberflächlichsten Schichten aus platten Zellen zusammengesetzt sind. Alle Zellen des Corneaepithels sind miteinander durch kurze, schwer darstellbare Riffe verbunden, aber auch die basalen Flächen der Basalzellen sind mit kurzen Vorsprüngen besetzt, welche in die vordere Basalmembran sich einsenken.

Die Lamina elastica anterior hat beim Menschen eine ansehnliche Dicke und erscheint gewöhnlich homogen, kann aber durch gewisse Reagentien in Fibrillen zerlegt werden. Sie gehört weder zum elastischen noch zum fibrillären Bindegewebe und muss als eine Bildung sui generis betrachtet werden. Zahlreiche Nerven gehen durch feine, in ihr vorhandene Poren bis in das Epithel hinein. Die Dicke dieser Membran nimmt skleralwärts ab und hört, etwa 1 mm von der Sklera entfernt, als solche ganz auf.

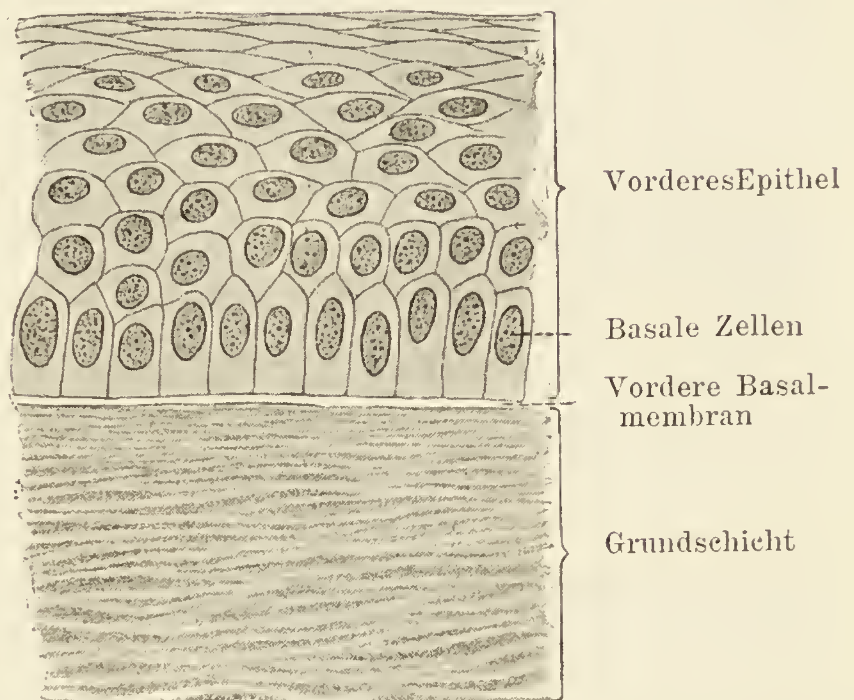


Fig. 233.
Schnitt durch die Hornhaut des Menschen. 500mal vergr.

Die Substantia propria besteht aus Fibrillen, welche zu Bündeln und Lamellen gruppirt sind. Chemisch sind sie von echten Bindegewebsfasern nicht verschieden (Morochowetz), sind aber doppelbrechend. Die Zahl der Lamellen der menschlichen Cornea beträgt ungefähr 60. Die Fibrillen einer Lamelle sind miteinander verkittet und verlaufen sowohl unter sich als auch zur Oberfläche der Hornhaut in paralleler Anordnung, jedoch so, dass die Fibrillen der einen Lamelle die der unmittelbar vorhergehenden in einem Winkel von ungefähr 12° kreuzen. Die benachbarten Lamellen sind ebenfalls miteinander fest verkittet. Die oberflächlichste, der Elastica anterior anliegende Lamelle ist aus feineren Fasern zusammengesetzt und der Verlauf ihrer Fibrillen kann als ein zur Oberfläche der Hornhaut schiefer bezeichnet werden. Zwischen der Elastica posterior und anterior verlaufen Faserbündel, welche die Lamellen der Hornhaut durchbohren und durchbohrende Fasern genannt werden.

Zwischen den Lamellen sind eigenthümliche, plattgedrückte, mit Fortsätzen versehene Zellen gelegen, die Hornhautzellen; sie liegen in besonderen Höhlen der Grundsubstanz, den Hornhautkörperchen. Durch

verschiedene Methoden (s. Technik 319, 320) lassen sich diese Hornhautkörperchen als Bestandtheile eines komplizirten Saftkanalsystems darstellen, dessen Deutung wohl zu den schwierigen Aufgaben der Histologie gehört.

Vom didaktischen Standpunkte ist es am zweckmässigsten, wenn man die Grundsubstanz der Cornea mit einem Lamellensystem von unverkalkten, gefässlosen Knochen, die Hornhautkörperchen mit Knochenkörperchen vergleicht. Der fibrilläre Bau der Lamellen erklärt sich dann von selbst: die zahlreichen Anastomosen zwischen den Hornhautkörperchen würden den Primitivröhrchen des Knochens, die Hornhautzellen mit ihren Fortsätzen den Knochenzellen zu vergleichen sein. In dem feinen Lückensystem der Hornhaut cirkulirt, wie in den Primitivröhrchen des Knochens, Lymphplasma. Dieses Lückensystem steht mit den am Cornearande vorhandenen Lymphbahnen im Zusammenhange. Von diesem Gesichtspunkte aus würden sich noch manche andere Einzelheiten erklären lassen; man könnte z. B. die perforirenden Fasern mit den Sharpey'schen des Knochens vergleichen etc. Allein es liegen hier höchstwahrscheinlich nur analoge, nicht gleiche Verhältnisse vor.



Fig. 234.
Hornhautkörperchen vom Hund. 640mal vergr. Technik Nr. 320.

Die Elastica posterior ist nicht so innig mit der Grundschicht der Hornhaut verbunden wie die Elastica anterior. Sie ist in der Mitte der Hornhaut am dünnsten und verdickt sich gegen ihren Rand. Sie lässt sich in feinere Lamellen zerlegen, ist sehr elastisch, resistent gegen Säuren und Alkalien, kann aber mit Trypsin leicht verdaut werden.

Das Epithel der Elastica posterior besteht aus niederen, ziemlich regelmässigen, sechseckigen Zellen, welche bei einigen Vertebraten (z. B. Taube, Ente, Kaninchen) die Eigenthümlichkeit zeigen, dass ihre der Elastica posterior zugewandte Hälfte faserig erscheint. Vermittelst dieser Fasern hängen benachbarte und auch weiter abstehende Zellen unter einander zusammen. Es sind hier in einer ausgeprägten Weise Fasern zur Ausbildung gelangt, welche die Zellen durchziehen und sie miteinander verbinden — Verhältnisse, die wir bei den Riffzellen der Epidermis schon angetroffen haben (Fig. 215).

Die Cornea ist gefässlos. Im fötalen Leben aber bilden Kapillaren aus den Aa. ciliares anteriores ein hart unter dem Epithel gelegenes, präcorneales Gefässnetz, das kurz vor der Geburt obliterirt und bei Neugeborenen

nur selten angetroffen wird. Es erhält sich am Cornealrande als episklerales oder subkonjunktivales Randschlingennetz. Feine Zweige der Aa. ciliares anteriores ziehen oberflächlich an der Sklera bis zum Cornealrande und bilden da ein in Schlingen abschliessendes Netz von Kapillaren, aus welchem zahlreiche, ebenfalls netzförmig verbundene feine Venen hervorgehen, die in die Vv. ciliares anteriores Abfluss haben. Auch die Konjunktivalgefässe bilden gegen die Cornea ein Randschlingennetz, das mit dem episkleralen Verbindungen eingeht (Leber).

Bei pathologischen Reizungszuständen kann sich die Cornea aus dem episkleralen Randschlingennetz vaskularisiren.

Die Nerven der Hornhaut stammen aus den Nn. ciliares und bilden an ihrem Rande ein Geflecht, aus welchem marklos gewordene Fasern in die Hornhaut selbst eindringen. Hier bilden sie zunächst einen oberflächlichen, „subbasalen", dann einen zweiten „Grundplexus", welcher letztere in der ganzen Subst. propria mit Ausnahme ihres inneren Drittels sich ausbreitet (Ranvier **81**). Die beiden Plexus stehen miteinander durch zahlreiche Anastomosen in Verbindung.

Früher wurden direkte Verbindungen zwischen den Hornhautzellen und den Fasern beider Plexus angenommen, welche Anschauung aber der herrschenden Neurenlehre widerspricht.

Von dem subbasalen Plexus treten Nerven durch die vordere Elastica in das Hornhautepithel und breiten sich, auf der vorderen Fläche der letzteren ein Geflecht bildend (Plexus subepithelialis), aus. Erst von diesem gehen Nervenfädchen zwischen die Epithelzellen hinein, verzweigen sich dort, enden mit Knöpfchen und auch mit anders gestalteten Enden; manche von ihnen gelangen bis nahe an die Oberfläche des Epithels. (Rollett **71**, Ranvier **81**.)

D. Tunica vasculosa oculi.

Die Chorioidea, die Ciliarfortsätze und die Iris.

An der Chorioidea unterscheiden wir von aussen nach innen folgende Schichten: 1. die Lamina suprachorioidea; 2. die Lamina vasculosa Halleri; 3. die Lamina choriocapillaris und 4. die Lamina basalis oder die Glaslamelle.

Die Lamina suprachorioidea besteht aus einer Anzahl von lockeren, sich verzweigenden und anastomosirenden Lamellen, welche sich unmittelbar an die Lamina fusca sclerae anschliessen. Diese Lamellen bestehen aus Bindegewebs- und namentlich aus elastischen Fasern, welchen spärliche Bindegewebszellen beigemengt sind. Es kommen hier in variabler Zahl auch Pigmentzellen vor. — Die Lamellen sind von einem Plattenepithel überzogen und die Gesammtheit der Lücken und Spalten zwischen denselben und zwischen

ihnen und der L. fusca repräsentirt ein Saftkanalsystem (die perichorioidalen Lymphräume).

Die Lamina vasculosa der Chorioidea wird ebenfalls aus ähnlichen Lamellen gebildet, die aber hier viel dichter liegen. Den Hauptbestandtheil dieser Schicht bilden die Blutgefässe und zwar sind es hier noch Gefässe grösseren Kalibers, keine Kapillaren. Sie sind so angeordnet, dass die gröberen von ihnen (die Venen) mehr in der äusseren Schicht der L. vasculosa gelegen sind. Die venösen Gefässe konvergiren an vier Stellen des Augapfels, und zwar in der Mitte je eines Quadranten zu den vier Venae vorticosae. Die Arterien dagegen haben einen mehr meridionalen Verlauf.

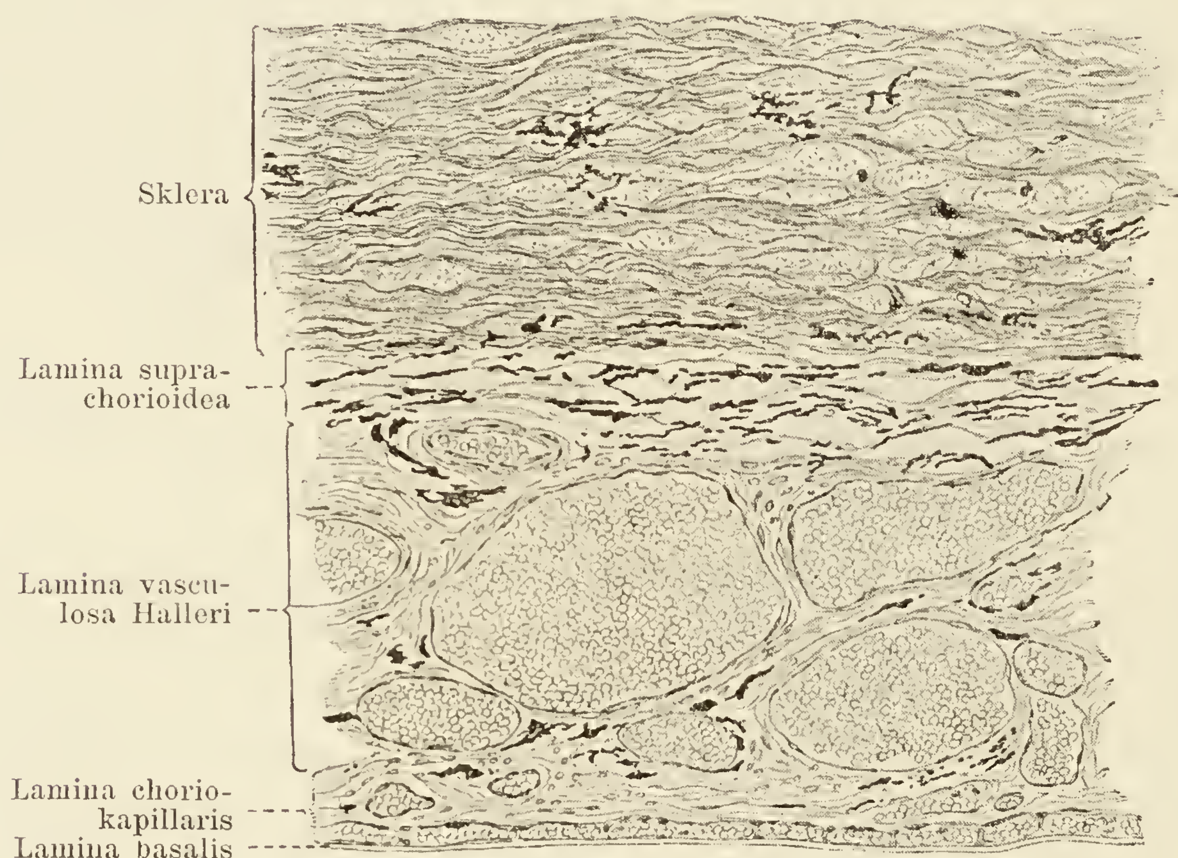


Fig. 235.

Durchschnitt durch die Chorioidea des Menschen. 130mal vergr.

Die Lamina choriocapillaris ist pigmentfrei und besteht der Hauptsache nach aus kapillaren Gefässen, welche besonders dichte Maschen in der Gegend der Macula lutea bilden. Indem die venösen Kapillaren zu kleineren Venen zusammenfliessen, ordnen sie sich zu länglichen, radiär angeordneten Maschen und bilden auf diese Weise die mehr oder weniger ausgeprägten Stellulae vasculosae (Winslowii).

Die Glaslamelle ist strukturlos, zeigt aber an ihrer äusseren Fläche die Abdrücke von den Gefässen der L. choriocapillaris, an ihrer inneren dagegen die des Pigmentepithels der Membrana pigmenti.

An der Ora serrata ändert die Chorioidea insofern ihren Charakter, als am Orbiculus ciliaris keine Choriocapillaris mehr vorhanden ist. Die Venen sind hier nach innen von den Arterien gelegen. Das Gewebe der Chorioidea nimmt hier eine mehr indifferente, bindegewebige Beschaffenheit

an; als hintere Begrenzung kommt am Orbiculus noch der hintere Teil des meridionalen Abschnittes des Ciliarmuskels hinzu.

An der Grenze des Orbiculus ciliaris kommt es zur Ausbildung der Processus ciliares, deren innere Grenze die Glaslamelle, deren äussere der Ciliarmuskel bildet.

Der M. ciliaris wird nach der vorderen Augenkammer zu vom Lig. pectinatum iridis, nach aussen durch die Cornea und Sklera, nach hinten durch die Chorioidea, deren Orbiculus und deren Ciliarfortsätze begrenzt. Seine Elemente sind glatte Muskelfasern. Dieser Muskel zerfällt in drei Portionen: die äussere, meridionale (Fibrae meridionales [Brückei]), zieht von der L. elast. posterior corneae und deren die innere Wandung des Sinus

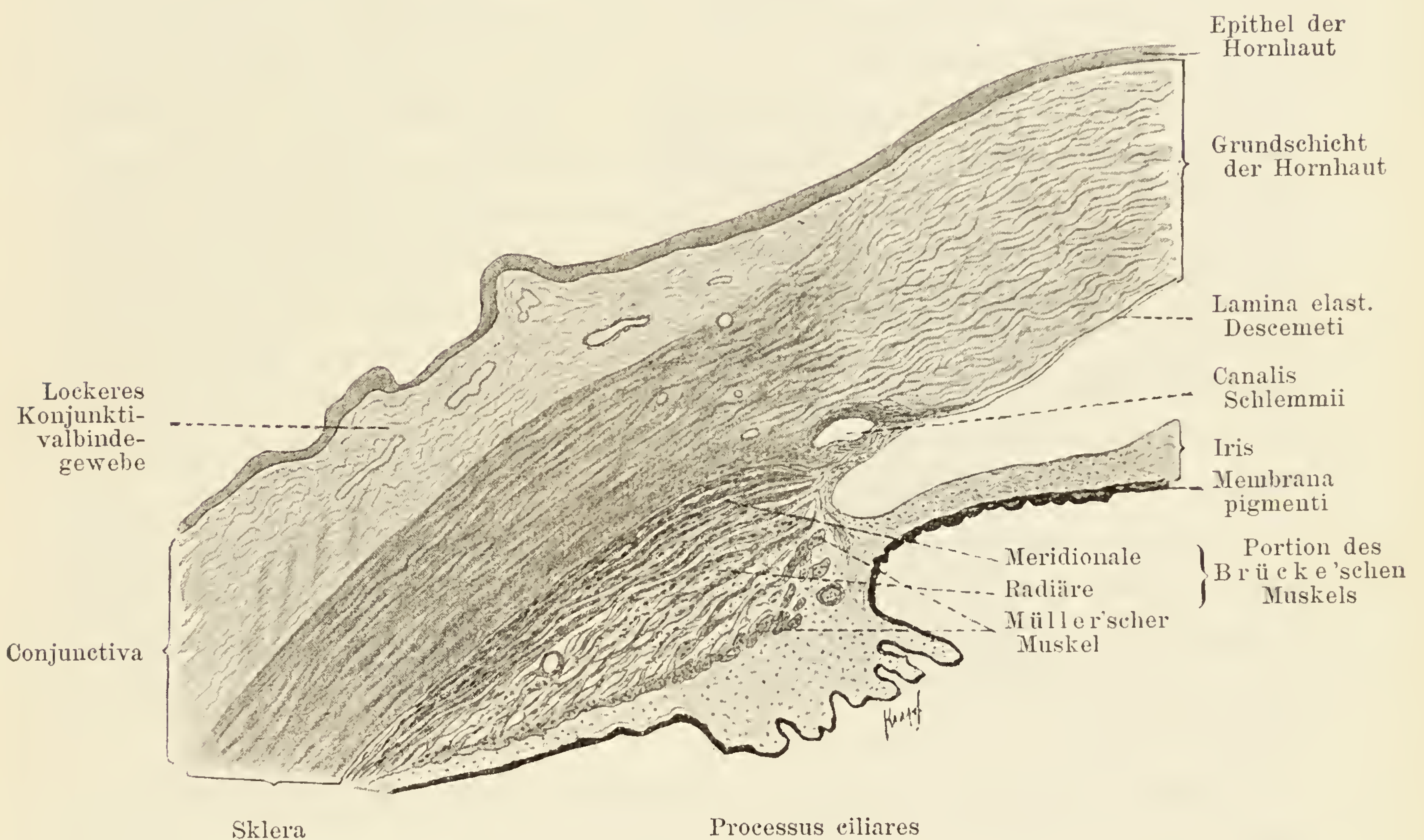


Fig. 236.
Meridionalschnitt durch den Ciliarkörper des Menschen. 25mal vergr.

venosus sclerae bildenden Fortsetzung zum hinteren Abschnitt des Orbiculus ciliaris; der Ursprung der mittleren Portion (man rechnet sie zum Brückeschen Muskel hinzu) ist der gleiche, jedoch breiten sich ihre Fasern, auf einem Meridionalschnitt gedacht, fächerförmig (radiär) aus und nehmen für ihren Ansatz am Orbiculus und den Processus ciliares eine grosse Fläche in Anspruch. Der radiäre Zug der Fasern ist von cirkulär verlaufenden Bündeln unterbrochen. Die dritte innere Portion (Fibrae circulares [Muelleri]) liegt zwischen dem Lig. pectinatum, den Proc. ciliares und der eben erwähnten mittleren Portion des Muskels.

Zwischen dem M. ciliaris und der Elast. post. corneae befindet sich ein intermediäres, zellenreiches Gewebe, welches als eine Fortsetzung dieser Haut

aufgefasst werden kann und die hintere Wand des Sinus venosus bildet. Eine andere peripher und nach hinten gerichtete, die vordere Augenkammer ringförmig begrenzende und an der Basis der Iris endende Fortsetzung der Descemetschen Haut ist das Lig. pectinatum iridis. Dasselbe besteht aus Fasern und Lamellen, welche mit plattem Epithel bekleidet sind und mit einander kommunizirende, im Ligamentum gelegene Räume (Spatia anguli iridis [Fontanae]) begrenzen. Die letzteren stehen einerseits mit den perivaskulären Räumen des Sinus venosus sclerae, andererseits mit der vorderen Augenkammer in Verbindung.

Die Chorioidea bezieht ihre Arterien aus den Aa. ciliares post. breves, longae und aus den Aa. ciliares ant. Die Aa. cil. post. breves durchbohren in der Nähe des N. opticus die Sklera, treten in Beziehung zu den Netzhautgefässen und verbreiten sich in der Chorioidea, wo sie die Choriokapillaris bilden. Die Aa. ciliares post. longae (eine mediale und eine laterale) durchbohren die Sklera und laufen zwischen Chorioidea und Sklera nach vorn, bilden dort den Circulus arteriosus iridis major, versorgen den Ciliarmuskel, die Ciliarfortsätze und die Iris und anastomosiren im Orbiculus ciliaris mit dem System der Aa. ciliares post. breves und mit den Aa. ciliares anteriores. Die letzteren laufen mit und in den geraden Augenmuskeln, treten am vorderen Ende der Sklera in die letztere ein und geben Aeste zum Circulus arteriosus iridis major und zum Ciliarmuskel ab und anastomosiren zugleich mit den Aa. ciliares posticae. (Vergl. Fig. 232.)

In der Iris verlaufen die Blutgefässe im Allgemeinen radiär, jedoch mit einander anastomosirend, Kapillaren bildend und lassen am inneren Pupillenrand den Circulus art. iridis minor hervorgehen. (Wir vermissen an unseren Präparaten eine in sich zurücklaufende Kreisbahn und finden nur Schlingenbildungen verschiedener Art.)

Aus dem Gebiete der Aa. ciliares posteriores wird das Blut der Hauptsache nach in die Vv. vorticosae abgeführt.

Aus dem Gebiete der Aa. ciliares anteriores wird das Blut durch gleichnamige Venen abgeführt. In die Vv. ciliares ant. ergiesst sich auch das Blut aus den Venen des stets offen bleibenden Schlemm'schen Kanals, der als immer offener venöser Sinus zu betrachten ist. Ausserdem beziehen diese Venen noch venöses Blut aus der Konjunktiva (Leber).

Die Iris ist als die Fortsetzung der Chorioidea zu betrachten, deren L. basilaris in die hintere Glaslamelle oder die Bruch'sche Haut der Iris sich direkt fortsetzt. Ausserdem hängt die Iris mit ihrer vorderen peripheren Partie mit dem Lig. pectinatum zusammen.

Wir haben bei der Iris von vorne nach hinten folgende Schichten zu unterscheiden: 1. das vordere Epithel; 2. die Grundschicht (Stroma iridis N.) mit dem M. sphincter pupillae; 3. die Bruch'sche Membran und 4. das doppelschichtige Epithel des Stratum pigmenti iridis.

Das vordere Epithel ist eine einfache Lage unregelmässig-polygonaler pigmentloser Zellen. Dasselbe geht direkt in das Epithel des Lig. pectinatum über.

Die Grundschicht, Stroma iridis, besteht in ihren vorderen Lagen aus einem feinen, zellenreichen, retikulärem Gewebe (retikulirte Schicht). Die übrigen Lagen, die Hauptmasse der Grundschicht, bilden die Gefässschicht derselben. Die Gefässe haben hier die Eigenthümlichkeit, dass sie von dicken cirkulären Bindegewebsfasern bekleidet werden (bindegewebigen Gefässscheiden). Die Muskelschicht der Gefässwand fehlt gänzlich. Auch die Nerven sind von starken Bindegewebsformationen eingehüllt. Bei nicht albinotischen Augen trifft man stets Pigment im Bindegewebe an.

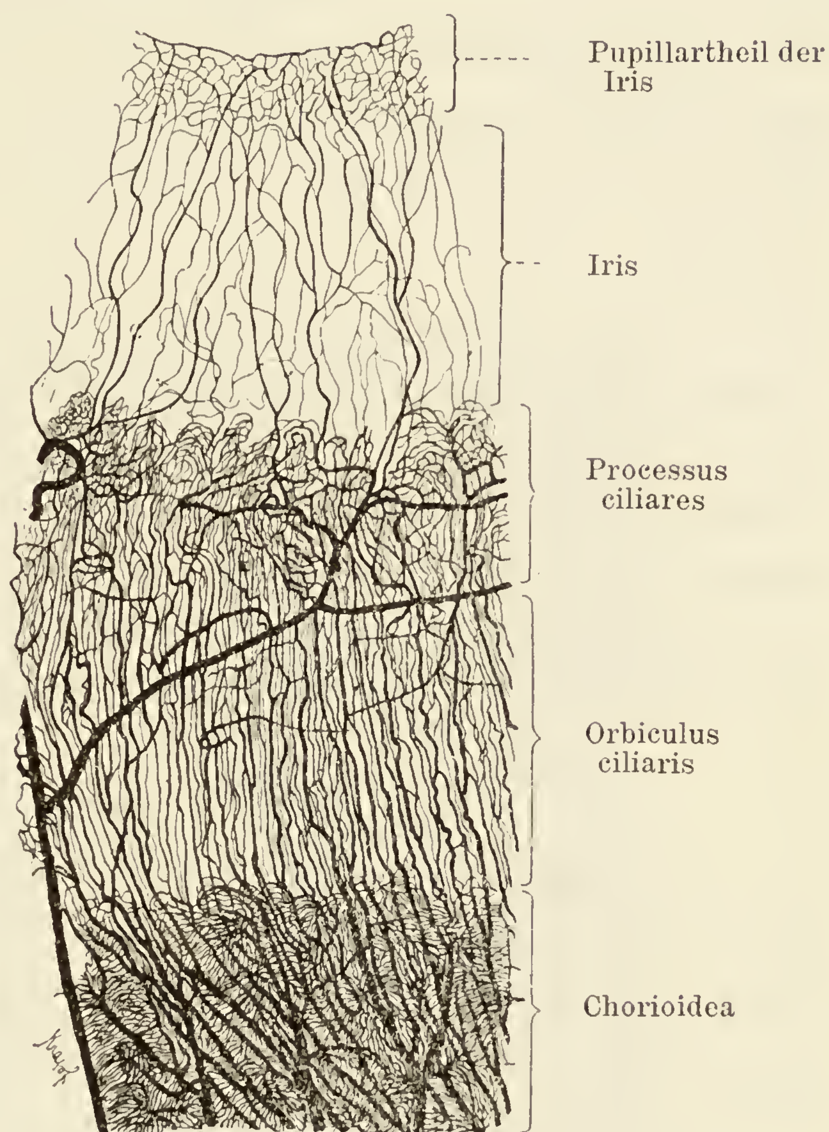


Fig. 237.
Blutgefässe der Chorioidea und Iris des Menschen injizirt. 7mal vergr.

An der hinteren, inneren Fläche der Grundschicht findet sich der M. sphincter pupillae, dessen glatte Fasern cirkulär um die Pupille verlaufen.

Die Bruch'sche Membran ist eine strukturlose glashelle Haut. An der vorderen Fläche derselben und mit ihr fest verbunden treffen wir eine Lage spindelförmiger Zellen, deren langer Durchmesser radiär gerichtet ist. Diese Zellen enthalten Pigment. Die genaue mikroskopische Untersuchung dieser Elemente spricht mit grosser Wahrscheinlichkeit für ihre muskulöse Natur. Man hätte es hier also mit einem M. dilatator pupillae zu thun.

Das hintere Epithel ist die direkte Fortsetzung des Stratum pigmenti und des auf eine einfache Epithelschicht reduzirten Retinablattes und besteht demnach aus zwei Schichten von Zellen, welche aber beide pigmentirt sind. (Vergl. Retzius **93**.)

E. Die Tunica interna Bulbi.

Sie besteht aus zwei Blättern. Das äussere Blatt ist das Stratum pigmenti, das Innere die Retina.

1. Das Stratum pigmenti.

Die Pigmentschicht entsteht, wie wir sahen, aus dem äusseren Blatt der sekundären Augenblase. Sie besteht aus regelmässigen sechseckigen, 12 bis 18 μ langen und 9 μ dicken Zellen, welche schwarzes Pigment in Form von Körnchen enthalten. Die innere Fläche dieser Zellen besitzt lange, faden- und fransenförmige Fortsätze, in welchen die Aussenglieder der sogleich zu erwähnenden Stäbchen und Zapfen der Retina stecken. Der Kern der Pigmentzellen liegt im äusseren Theil der Zelle in der sogen. Fussplatte und ist nicht pigmentirt. Die Vertheilung des Pigmentes ist, je nachdem die Retina belichtet oder im Dunkeln war, verschieden. In der Dunkelretina sammelt sich das Pigment im äusseren Theile der Zelle; in der belichteten st es gleichmässig in der ganzen Zelle vertheilt. Die Pigmentkörnchen sind also innerhalb der Zelle beweglich (Kühne 79).

2. Die Retina im Allgemeinen.

Die Retina ist nicht überall von gleichem Bau. An gewissen Stellen lässt sie Besonderheiten erkennen, welche wir einzeln zu besprechen haben; solche Stellen sind: 1. die Macula lutea; 2. die Region der Papille (Pap. nervi optici); 3. die Ora serrata; 4. die Pars ciliaris retinae und 5. die Pars iridica retinae.

Es ist zweckmässig, mit der Betrachtung jener Partie der Retina anzufangen, die zwischen der Ora serrata und der Papilla nervi optici (mit Ausnahme der Macula lutea) gelegen ist.

Wir unterscheiden hier von aussen nach innen: 1. die Schicht der Sehzellen; 2. die äussere molekuläre (plexiforme) Schicht; 3. die innere Körnerschicht; 4. die innere molekuläre (plexiforme) Schicht; 5. die Ganglienzellenschicht; 6. die Optikusfaserschicht. Ausserdem hätten wir die Stützelemente der Retina, die Müller'schen Fasern mit der Membrana limitans interna und externa zu betrachten.

Die Sehzellen sind Stäbchen-Sehzellen oder Zapfen-Sehzellen. Die Stäbchen-Sehzellen bestehen aus einem Stäbchen und einer Stäbchenfaser mit ihrem Kern. Das Stäbchen (40—50 μ lang) zeigt zwei Glieder, ein Aussenglied, das bei Einwirkung einiger Reagentien in eine grosse Anzahl querer Scheiben zerlegbar und doppelbrechend ist, und ein Innenglied. Letzteres ist weniger durchsichtig als das Aussenglied; sein inneres Ende zeigt oberflächlich eine feine Längsstrichelung, welche auf Eindrücke der später zu erwähnenden „Faserkörbe" der Müller'schen Fasern zurückzuführen ist. Im

äusseren Theile des Innengliedes ist bei niederen Wirbelthieren ein Stäbchenellipsoid (oder Fadenapparat) leicht nachweisbar; bei Säugethieren und beim Menschen gelingt dieses schwieriger. Es ist ein plan-konvexer, längsgestrichelter Körper, dessen plane Seite mit der Aussenfläche des Innengliedes zusammenfällt, dessen innere konvexe Fläche an der Grenze zwischen dem äusseren und mittleren Drittel des Innengliedes liegt. Die Stäbchenfasern reichen bis zur äusseren molekulären Schicht der Retina, wo sie mit kleinen kugelförmigen Anschwellungen enden. Der Kern der Stäbchensehzellen befindet sich in ihrer Faser und liegt in verschiedenen Höhen derselben, am seltensten unmittelbar am Innenglied. Bei verschiedenen Fixirungen und Tinktionen

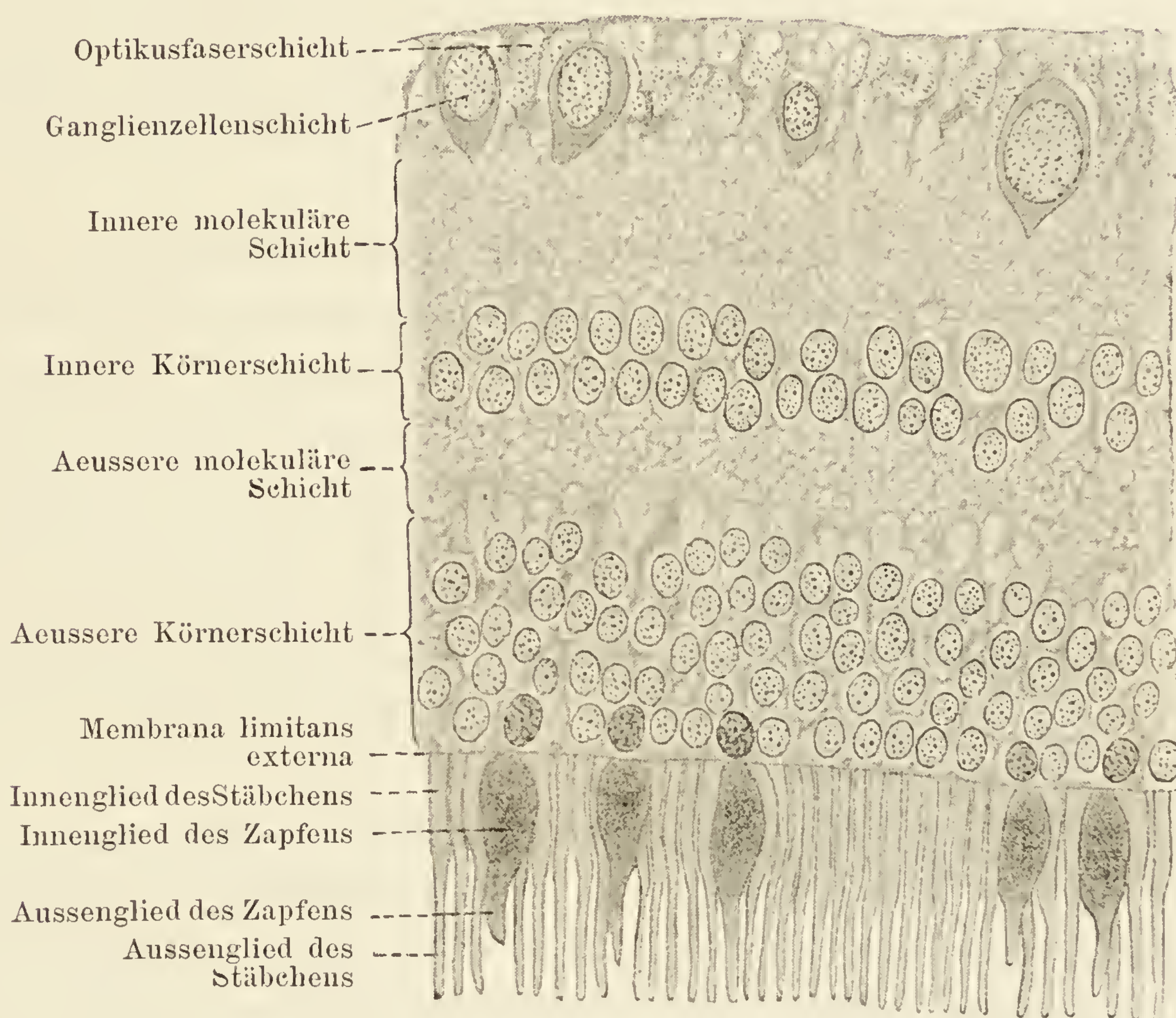


Fig. 238.

Schnitt durch die Retina des Menschen. 700mal vergr.

erscheinen die Stäbchenkerne in mehrere Zonen, welche sich abwechselnd heller und dunkler färben, zerlegt (Bändelung der Stäbchenkörner).

Die Zapfen-Sehzelle zerfällt ähnlich wie die Stäbchensehzelle in einen Zapfen und eine Zapfenfaser mit ihrem Kern. Der Zapfen (15—25 μ lang) ist im Ganzen kürzer als die Stäbchen. Sein Innenglied ist bedeutend breiter als das des Stäbchens. Das Zapfenellipsoid nimmt etwa die äusseren $^2/_3$ des Innengliedes ein. Das Aussenglied hat eine mehr konische Gestalt. Die Zapfenfaser reicht ebenfalls bis zur äusseren molekulären Schicht, wo sie mit einer verästelten Fussplatte endet. Ihr etwas grösserer Kern liegt stets in der Nähe des Innengliedes des Zapfens. Die inneren Flächen der

Innenglieder, sowohl der Zapfen- als auch der Stäbchensehzellen, liegen in einer Ebene, welche der Membrana limitans externa, einer Bildung der Müller'schen Stützfasern, entspricht. Die Fasern und die Kerne (Körner) der Stäbchen- und Zapfensehzellen sind demnach zwischen der Membrana limitans externa und der äusseren molekulären Schicht gelegen. Man kann also die Schicht der Sehzellen, wie es noch jetzt geschieht, in die Schicht der Zapfen und Stäbchen und in die der äusseren Körner, Schicht der Körner (Kerne) der Sehzellen, gliedern.

Die äussere molekuläre Schicht besteht 1. aus den Ramifikationen der Müller'schen Fasern; 2. aus den knopf- und büschelförmigen Enden der Sehzellen; 3. aus Ausläufern der Dendriten der bipolaren Zellen der inneren Körnerschicht, Verhältnisse, welche wir bei der Besprechung des Zusammenhanges der Elemente der Retina näher berühren werden. (Die äussere Zone der äusseren molekulären Schicht wird als Membrana fenestrata besonders bezeichnet.)

Die innere Körnerschicht enthält 1. die kernhaltigen Abschnitte der Müller'schen Stützfasern; 2. horizontal verlaufende, in der äusseren Partie der Schicht gelegene Ganglienzellen; 3. die bipolaren, in verschiedenen Höhen der Schicht dicht aneinander und senkrecht zur Schicht gelegenen Ganglienzellen mit ovalen Kernen und 4. Amakrinen (Neura ohne nachweisbaren Neurit), die an der inneren Grenze der Schicht liegen und fast eine kontinuirliche Lage sogenannter Spongioblasten mit ihren grösseren Kernen bilden.

Die zahlreichen Fortsätze dieser Spongioblasten liegen in der inneren molekulären Schicht, deren genauere Zusammensetzung wir ebenfalls weiter unten angeben werden.

Die Ganglienzellenschicht des N. opticus besteht, ausser den auch hier durchziehenden Müller'schen Fasern und centrifugalen Neuriten, aus multipolaren Ganglienzellen, deren Dendriten nach aussen und deren Neuriten zur Optikusfaserschicht ziehen. Ihre Grösse ist verschieden, der Kern typisch: relativ gross, chromatinarm und mit einem stets deutlichen grösseren Kernkörperchen versehen.

Die Optikusfaserschicht enthält beim Menschen nur marklose Nervenfsern.

Alle diese Verhältnisse sind für den grössten hinter der Ora serrata befindlichen Theil der Retina typisch; die Partie in der Nähe der Papilla N. optici und die Macula lutea müssen für sich besprochen werden.

3. Region der Papilla nervi optici.

Die Papilla nervi optici ist die Eintrittsstelle des Nervus opticus in die Retina. Im Centrum der Papille, an derjenigen Stelle, wo die Nervenfasern radiär auseinanderweichen, um sämmtliche Gebiete der Retina zu ver-

sorgen, befindet sich eine kleine, trichterförmige Grube, die physiologische Exkavation. Die Fasern des N. opticus verlieren während ihres Durchtrittes durch die Sklera und Chorioidea die Markscheide und begeben sich dann, sämmtliche Schichten der Retina durchsetzend, zur inneren Fläche der letzteren, auf welcher sie sich in einer allmählich dünner werdenden Schicht bis zur Ora serrata ausbreiten. Durch die Umbiegung der Nervenfasern und dadurch, dass sie, während des Durchtrittes durch die Sklera, alle an einer und derselben Stelle ihre Markscheide verlieren, wird der Nerv mit einem Mal dünner und es entsteht um den Nerven, dort wo seine Nervenfasern auseinanderweichen, eine tief einschneidende ringförmige Furche. In diese sind nun die drei Augenhäute eingefalzt. Die Retina ist an dieser Stelle unterbrochen, jedoch so, dass ihre äusseren Schichten bis zum Grund der Furche vordringen, die inneren schon am Rande derselben aufhören. In vielen Fällen sind die äusseren Schichten der Retina von den Nerven durch eine dünne Schicht Stützgewebe, intermediäres Gewebe, getrennt.

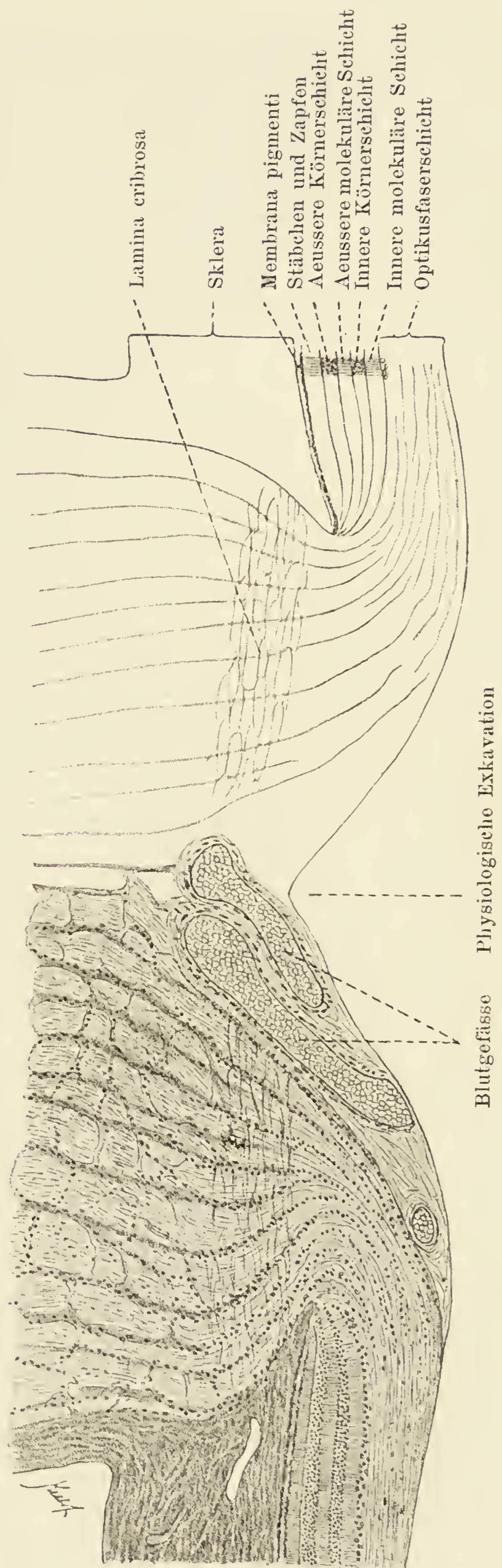


Fig. 239.

Durchschnitt durch die Eintrittsstelle des Sehnerven vom Menschen. 65mal vergr.

4. Region der Macula lutea.

Die Macula lutea zeigt in ihrer Mitte eine muldenförmige Vertiefung, die Fovea centralis; die tiefste Stelle derselben, der Fundus, liegt annähernd in der Sehachse. Hier sind die Schichten der Retina im Wesentlichen auf die Schicht der Zapfen-Sehzellen reduzirt. Der Rand dieser Vertiefung ist verdickt, was

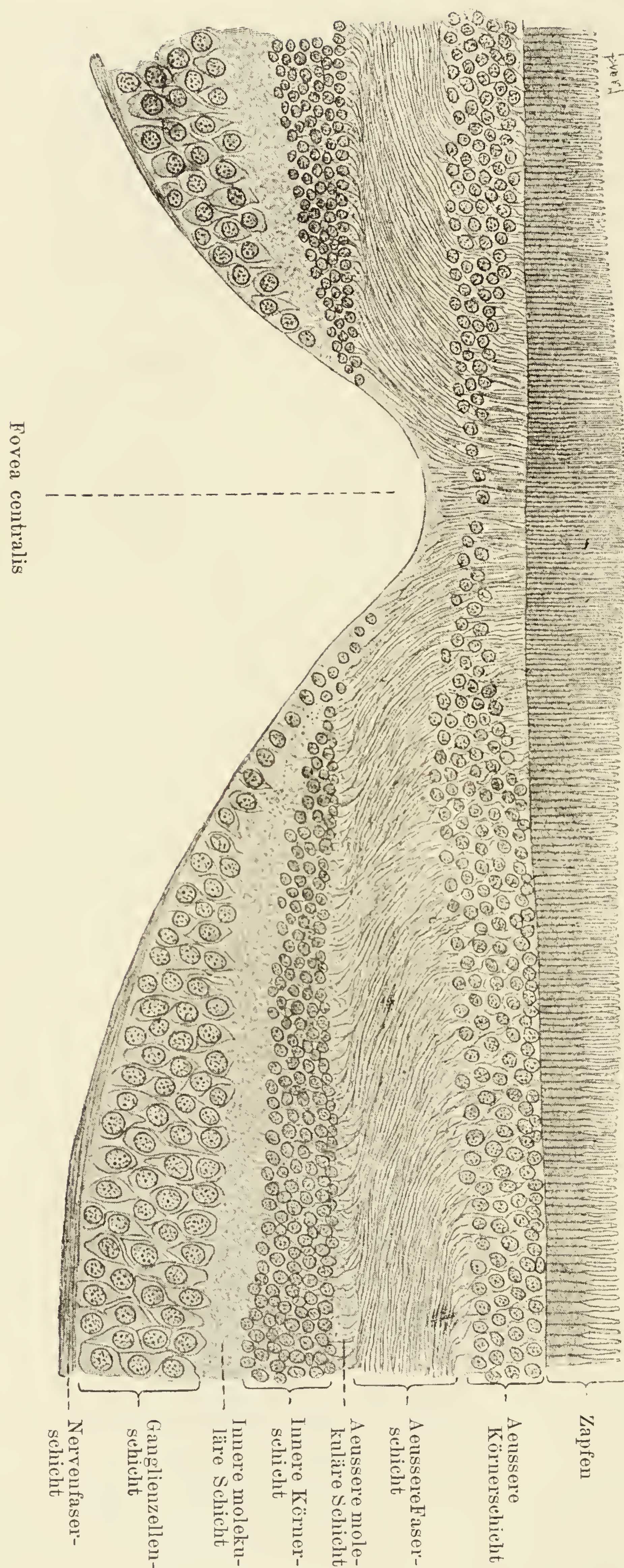


Fig. 240.
Durchschnitt durch die Macula lutea und Fovea centralis des Menschen. 240mal vergr. In Folge der Behandlung mit Reagentien ist die Fovea centralis tiefer und der Abfall der Schichten steiler, wie im Leben.

durch eine Dickenzunahme der Nerven- und Ganglienzellenschicht bedingt wird. Gegen den Fundus der Fovea hin verdünnt sich allmählich jede der vier inneren Schichten der Retina und zwar in der Weise, dass zuerst die innerste Schicht und dann successive die folgenden drei an Dicke abnehmen; die innere molekuläre Schicht scheint indessen den Fundus der Fovea zu erreichen. Wie wir angedeutet haben, befinden sich in der Fovea centralis nur Zapfensehzellen, die Stäbchensehzellen fehlen hier völlig. Da nun die Zapfensehzellen ihre Kerne in der Nähe des Zapfens haben, und die Zapfenfasern, um zur äusseren molekulären Schicht zu gelangen, hier einen Bogen beschreiben müssen, so entsteht dadurch eine eigenthümliche, aus schief verlaufenden Fasern bestehende Schicht, die sogenannte äussere Faserschicht. Mit anderen Worten: die Fasern dieser Region treten deshalb so deutlich hervor, weil sie durch die hier abwesenden Stäbchenkerne und -fasern nicht verdeckt werden. Andeutungen der äusseren Faserschicht,

d. h. der Schicht der frei hervortretenden Sehzellenfasern, fehlen übrigens an anderen Stellen der Retina nicht ganz, indem die Stäbchenkerne die äussere molekuläre Schicht in der Regel nicht berühren.

Die gelbliche Färbung der Fovea centralis rührt von in den Schichten der Retina gelöstem Pigment her. Die Zapfensehzellen selber enthalten kein Pigment.

5. Ora serrata, Pars ciliaris retinae und Pars iridica des Stratum pigmenti.

An der Ora serrata wird die Retina plötzlich dünner und fällt hier schräg ab; der Ort des Abfalls bildet, von der Innenfläche der Retina aus gesehen, keine Kreislinie, sondern eine gezackte Kurve. Schon kurz vorher erfahren ihre Schichten bedeutende Reduktionen, dann hören einzelne von ihnen ganz auf: zuerst die Optikusfaserschicht, dann die Ganglienzellenschicht; es schwinden die Stäbchen- und Zapfensehzellen und es erscheint statt ihrer ein indifferentes Epithel. Zuletzt hört die innere molekuläre, dann auch die innere Körnerschicht auf. Die Pigmentschicht der Retina büsst allmählich ihre nach innen gerichteten Fortsätze ein. In der Region der Ora erfahren die Stützfasern eine verhältnissmässig starke Entwickelung.

Die Pars ciliaris retinae besteht im Wesentlichen aus zwei einfachen Zellenlagen, von welchen die äussere der Pigmentschicht, die innere dem inneren Epithel der sekundären Augenblase entspricht. Aehnlich verhält sich die Pars iridica der Membrana pigmenti; hier sind beide Lagen pigmentirt.

6. Die Müller'schen Fasern der Retina.

Die Stütz- oder die Müller'schen Fasern der Retina sind genetisch betrachtet, wie die ganze Retina, ektodermalen Ursprungs und repräsentiren hier eine hochentwickelte Form einer Art von Glia-Elementen des Centralnervensystems. Sie durchsetzen die Retina von innen her bis zu den Innengliedern der Stäbchen und Zapfen.

Eine Müller'sche Stützfaser ist eine lange, stark modifizirte Epithelzelle, welche nach innen allmählich in eine oder mehrere breite Fussplatten ausläuft, die mit den Platten benachbarter aneinanderstossend, eine Art Membran, die M. limitans interna, bilden. In ihrem Verlaufe durch die Retina nimmt jede Faser innerhalb der von ihr durchsetzten Schicht besondere, auf ihre hohe Plasticität hinweisende Charaktere an. So ist sie innerhalb der molekulären Schichten mit im Allgemeinen querverlaufenden Fortsätzen und Plättchen versehen. Innerhalb der Körnerschichten dagegen weist sie zahlreiche seitliche Mulden auf, welche als Abdrücke aufgefasst werden müssen, die die Körner an ihr erzeugen. An der Innenfläche der Zapfen und Stäbchen enden die Müller'schen Fasern mit Endplättchen,

welche Cuticularbildungen entsprechen und zu einer Membran, der Membrana limitans externa, unter einander verschmolzen sind. Diese Membran wird von den Sehzellenfasern durchbohrt. Die eben betrachteten Endplättchen der Fasern geben nach aussen kurze steife Fädchen ab, die sich zu Faserkörben gruppiren, in welchen die basalen Theile der Innenglieder der Stäbchen und Zapfen sitzen (s. Fig. 241).

7. Zusammenhang der Elemente in der Retina.

Wir wollen hier den muthmasslichen Zusammenhang der Elemente des inneren Blattes der Retina betrachten, wie er namentlich seit der Anwendung der Golgi'schen Methode, hauptsächlich nach den Arbeiten von Ramón y Cajal, jetzt angenommen wird (s. Schema Fig. 241):

1. Die inneren Fortsätze der Stäbchensehzellen enden in der Regel in der äusseren molekulären Schicht mit kleinen Anschwellungen, die der Zapfensehzellen mit breiteren verzweigten Füsschen. Hier sind auch die Endausbreitungen der Dendriten und Neuriten gewisser Zellen der inneren Körnerschicht gelegen.

2. Die innere Körnerschicht besteht, wie wir gesehen haben, a) aus bipolaren Zellen, welche die Hauptmasse dieser Schicht ausmachen, b) aus horizontalen unmittelbar unterhalb der molekulären Schicht liegenden Zellen und c) aus der Schicht der Spongioblasten, deren Körper an der Grenze der Körnerschicht gegen die molekuläre Schicht liegen.

Die bipolaren Zellen (a) zerfallen in: α) bipolare Zellen der Stäbchensehzellen, deren Dendrit die basalen Theile der letzteren umspinnt, und deren Neurit in der Nähe des Körpers der Ganglienzellen des N. opticus mit Telodendrien endet; β) bipolare Zellen der Zapfensehzellen. Die Dendriten der ersteren, welche ebenfalls in der äusseren molekulären Schicht enden, gehen dort Beziehungen zu den basalen Fortsätzen der Zapfen ein. Ihre Neuriten treten durch ihre Endbäumchen in verschiedenen Etagen der molekulären Schicht mit den Dendriten der Ganglienzellen des N. opticus in Kontakt. γ) Ausserdem giebt es bipolare Zellen, welche in ähnlicher Weise, wie bei α und β, einerseits den Kontakt zwischen Stäbchen- und Zapfensehzellen, andererseits einen solchen zwischen Stäbchen-, Zapfensehzellen und den Ganglienzellen des N. opticus vermitteln.

Die horizontalen Zellen (b) senden ihre Dendriten in die molekuläre Schicht; ihr Neurit verläuft horizontal, sendet in die letztere zahlreiche Collateralen ab und endet dortselbst mit Telodendrien. Diese Zellen sind von zweierlei Art: die kleineren von ihnen verbinden mit ihren Dendriten und Neuriten durch Kontakt die Zapfensehzellen unter einander; die andere, grössere und tiefer gelegene Art verbindet in derselben Weise die basalen Enden der Stäbchensehzellen. Einige wenige Zellen der zweiten Art senden einen oder zwei Dendriten durch die innere Körnerschicht in die innere molekuläre Schicht.

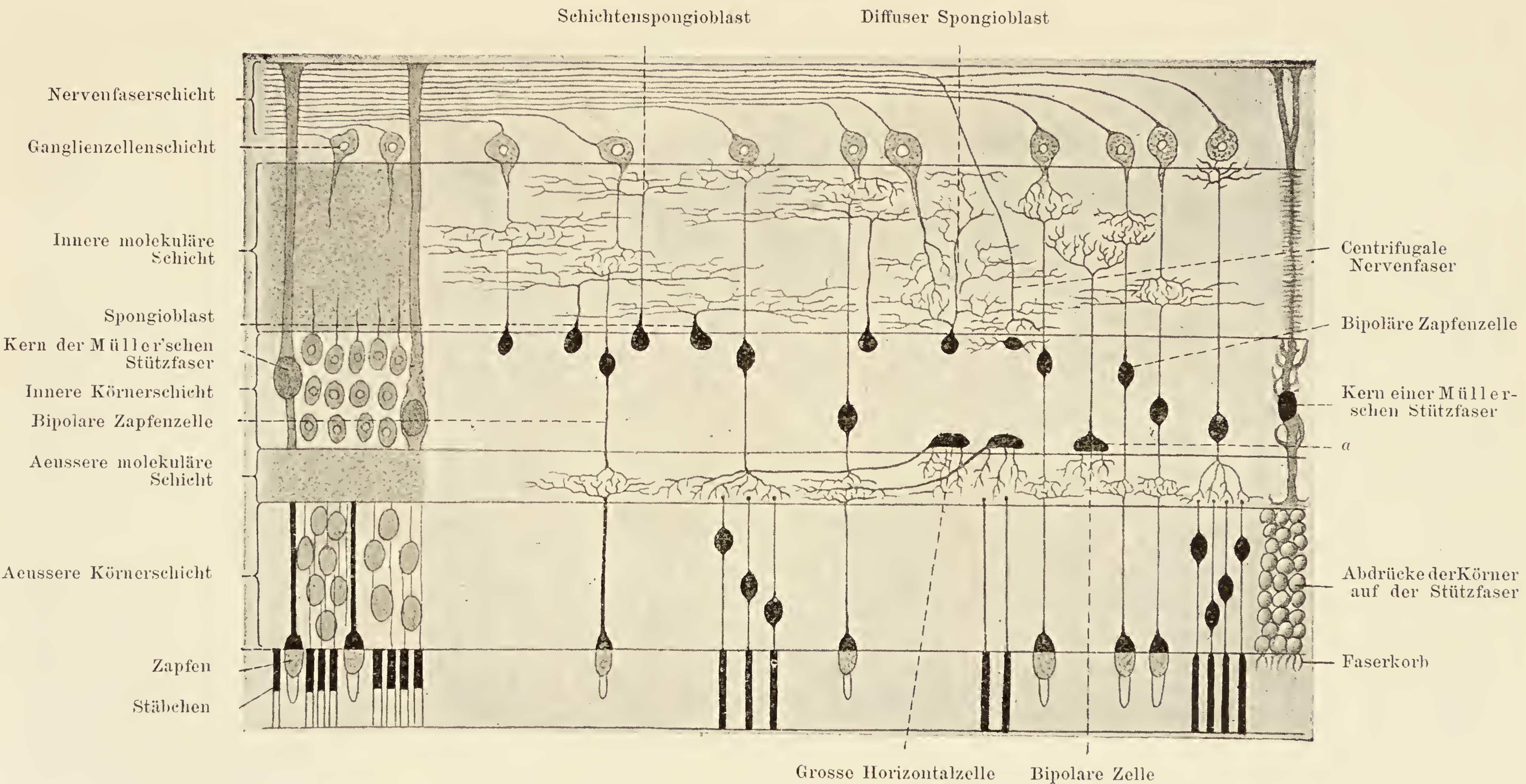


Fig. 241.

Schema der Retina nach Auffassung von Ramón y Cajal.

Die Linie *a* schneidet, nachdem sie die Müller'sche Faser getroffen hat, eine bipolare Stäbchenzelle, dann zwei bipolare Zapfenzellen und endet im Körper einer bipolaren Zapfenzelle.

3. Die innere moleculäre Schicht. Man hat sich dieselbe als aus fünf Lagen bestehend zu denken. Die Mehrzahl der Spongioblasten der inneren Körnerschicht sendet ihre Fortsätze aufwärts in die innere molekuläre Schicht, in welcher die einen von ihnen in der ersten, die anderen in der zweiten, die dritten in der dritten Grenzfläche der Lagen der inneren molekulären Schicht u. s. w. mit weit ausgebreiteten feinen Ramifikationen endigen; ausser diesen sogenannten Schichtenspongioblasten giebt es in der inneren Körnerschicht noch andere, sogenannte diffuse Spongioblasten, welche ihre Ramifikationen gleichzeitig in mehrere oder in alle der erwähnten Lagen der inneren molekulären Schicht aussenden.

Neben den Verzweigungen der erwähnten Spongioblasten kommen hier noch autochthone Zellen vor, welche dann in einer der erwähnten Flächen der molekulären Schicht liegen und ihre Verzeigungen horizontal ausbreiten. Ausser allen diesen Gebilden verbreiten sich in der inneren molekulären Schicht die Dendriten der Zellen der gleich zu erwähnenden Ganglienzellenschicht.

4. Die Ganglienzellenschicht des N. opticus. Die Zellenkörper sind im Allgemeinen unregelmässig oval; ihre Dendriten liegen auf der Seite der molekulären Schicht; der Neurit geht in die Optikusfaserschicht über. Nach der Art der Endausbreitung der Dendriten kann man die Ganglienzellen in drei Gruppen zusammenfassen: 1. in solche, deren Dendriten nur in einer Fläche, oder 2. in solche, deren Dendriten in mehreren Flächen der molekulären Schicht sich ausbreiten und 3. in solche, deren Dendriten in der ganzen Dicke der molekulären Schicht ihre Ausbreitung finden. Diese drei Gruppen sind die sogenannten monostratifizirten, polystratifizirten und die diffusen Zellen; durch ihre Dendriten setzen sie sich in Kontakt mit den bipolaren Zellen der inneren Körnerschicht, und zwar mit einem oder mit mehreren ihrer Neuriten.

5. Die Optikusfaserschicht. Sie besteht 1. aus den centripetalen Neuriten der Ganglienzellen des Optikus; 2. aus den centrifugalen Nervenfasern, welche in verschiedenen Schichten der Retina, auch in der äusseren molekulären Schicht, ihr Ende nehmen.

8. N. opticus.

Der N. opticus besitzt innerhalb der Orbita mehrere Scheiden: 1. die äussere Scheide, welche als Fortsetzung der Dura mater zu betrachten ist und in das Gewebe der Sklera übergeht; 2. die innere Scheide; sie ist die Fortsetzung der Pia mater. Zwischen den Scheiden 1 und 2 befindet sich ein Spalt, welcher durch eine Fortsetzung der Arachnoidea in zwei Räume getheilt wird. Diese beiden Räume sind von Bindegewebsbälkchen durchsetzt, und der innere derselben steht mit dem Subarachnoidalraum, der äussere schmälere mit dem Subduralraum in Verbindung.

Die Fasern des N. opticus sind markhaltig, entbehren aber des Neurilemms (Schwann'sche Scheide), welch' letzteres durch die Neuroglia vertreten

wird. Im Bereich der Sklera und Chorioidea verlieren seine Fasern das Mark, hingegen werden die Septen der Piascheide stärker und relativ zahlreicher; ausserdem gehen durch diese Region des Optikus Bindegewebsfasern der Sklera und Chorioidea hindurch. Auf diese Weise entsteht hier die als Lamina cribrosa bezeichnete Bildung. 1 $^{1}/_{2}$—2 cm vom Bulbus entfernt treten lateral (nach J. Deyl medial) und ventral die Arteria und die V. centralis retinae in den N. opticus ein und kommen bald in die Achse desselben zu liegen. Hier sind sie von einer gemeinsamen bindegewebigen Scheide umgeben, welche in direkter Verbindung mit dem Perineurium steht. Durch die Lamina cribrosa treten die Optikusfasern in die Retina ein und verbreiten sich dort in der oben angegebenen Weise als Optikusfaserschicht.

9. Blutgefässe des N. opticus und der Retina.

Die Gefässe des N. opticus stammen hauptsächlich von den Gefässen der Piascheide ab. In der Strecke des Nerven, welche die Centralgefässe der Retina enthält, anastomosiren die letzteren mit den Piagefässen, so dass der Optikus auch von den Centralgefässen in dieser Region versorgt wird. Beim Durchtritt durch die Sklera bilden die Aa. ciliares post. brev. einen Geflechtsgürtel um den Optikus, den Circulus arteriosus Zinnii, welcher einerseits mit den Gefässen der Piascheide, andererseits mit denen des Optikus in Verbindung steht. In der Höhe der Chorioidea stehen die Centralgefässe des Optikus mit den Gefässen der letzteren ebenfalls in kapillärer Verbindung.

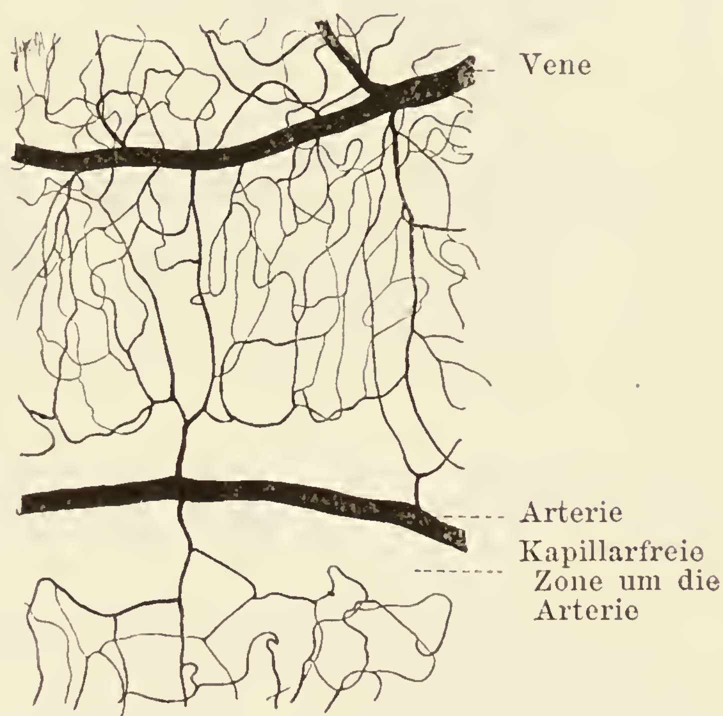


Fig. 242.
Blutgefässe der Retina des Menschen injizirt. Flächenpräparat. 18mal vergr.

Die A. und V. centralis retinae treten an der Papilla Optici in die Retina ein und aus, theilen sich hier oder schon früher, im Nerven selbst, in die A. und V. papillaris sup. und inf. Beide theilen sich abermals in zwei Aeste, in die Arteriola und Venula nasalis und temporalis, welche letzteren man je nach ihrer Lage als A. und V. nasalis und temporalis sup. und inf. bezeichnet.

Ausser diesen Gefässen kommen aus dem Stamme der A. centralis selbst zwei kleine Arterien hervor, welche zur Macula lutea ziehen (Arteriolae maculares). Aehnliche zwei Gefässe ziehen nasalwärts als Vascula mediana sup. und inf. In der Retina selbst breiten sich die gröberen Gefässe hauptsäch-

lich in der Optikusfaserschicht aus und bilden hier ein grossmaschiges Netz von Kapillaren, welches durch vielfache Verbindungen mit einem engmaschigeren feineren, in der inneren Körnerschicht gelegenen Netze in Verbindung steht. Die sich aus diesem Netze entwickelnden venösen Kapillaren senden kleine Venenstämmchen zur Optikusfaserschicht zurück, in welcher also, neben dem erwähnten arteriellen, noch ein venöser Plexus gelegen ist.

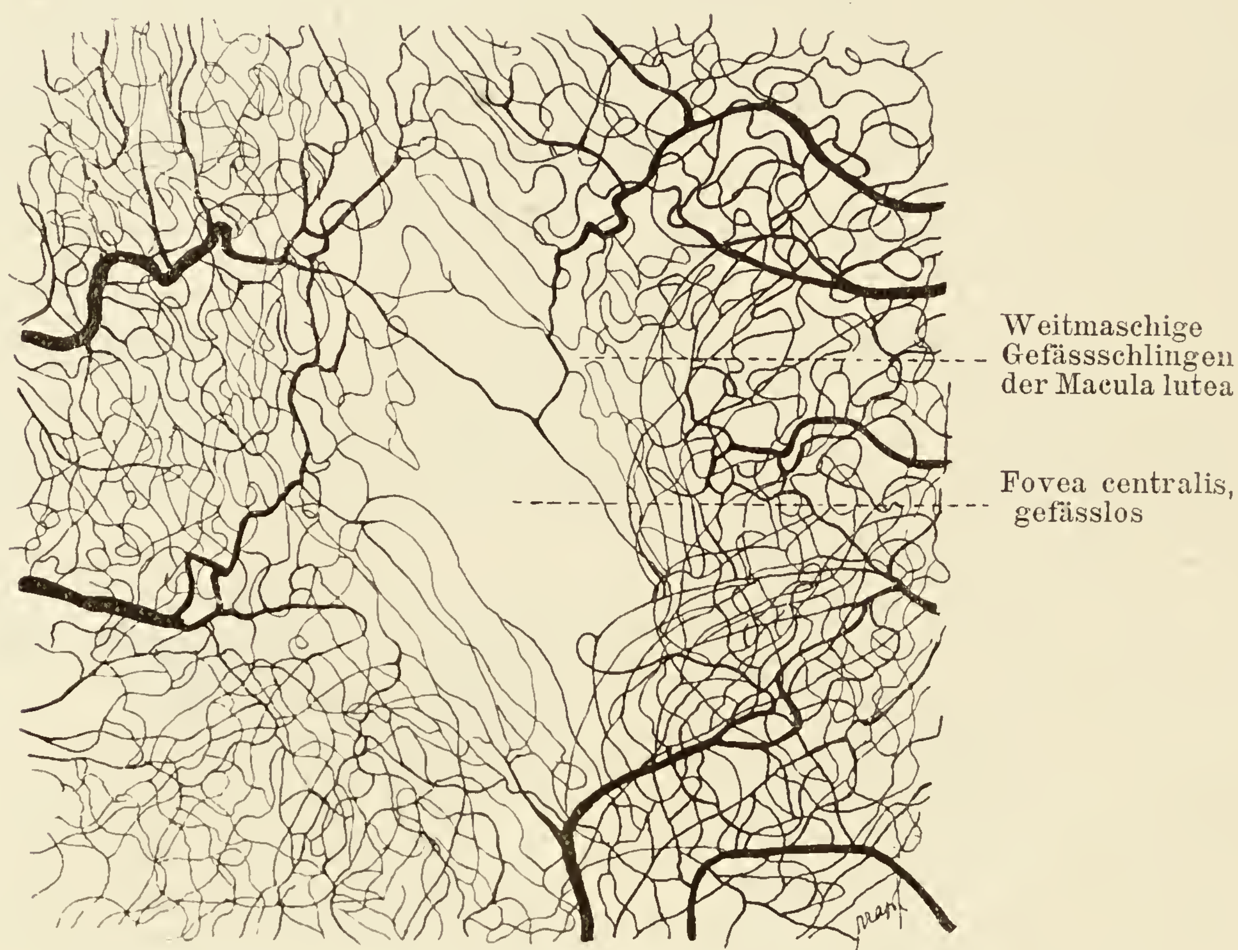


Fig. 243.
Injizirte Blutgefässe der Macula lutea des Menschen. Flächenpräparat. 28mal vergr.

Die Arterien der Retina sind von geringerem Kaliber als die Venen. Die gröberen Arterien besitzen eine Muskellage; die kleineren nur eine Adventitia. Alle Gefässe besitzen mächtig entwickelte perivaskuläre Scheiden. Die Schicht der Sehzellen ist gefässlos, ebenso die jenseits der Ora serrata liegenden rudimentären Retinaschichten. Die Fovea centralis retinae ist ebenfalls gefässlos.

Die Arterien der Retina anastomosiren miteinander nur vermittelst der Kapillaren (Endarterien) und nur in der Ora serrata giebt es gröbere venöse Anastomosen.

F. Der Glaskörper.

Der Glaskörper besteht aus einem wasserreichen Gewebe mit sehr wenigen sessilen zelligen Elementen und aus einigen konstant zu findenden Leukocyten, welch' letztere aber nur an seiner Oberfläche, an Kontaktstellen mit der Retina, gelegen sind. Ausserdem kommen im ganzen Glaskörper,

mit Ausnahme des Canalis hyaloideus (Cloqueti) dünne strukturlose Lamellen und Fasern vor, welche besonders reichlich an der Peripherie und namentlich in der Gegend des Corpus ciliare angetroffen werden. — Die äussere, nach der Retina zu gelegene Grenzmembran des Glaskörpers, die Membr. hyaloidea, ist dicker und besonders fest an der Excavatio physiologica nervi optici und am Corpus ciliare mit der Membrana limitans int. retinae verbunden. An letzterem Orte ist die erwähnte Membran mit den Epithelien der Pars ciliaris retinae innig verbunden. Zwischen die Ciliarfortsätze selbst dringt sie nicht ein, sondern läuft über die zwischen den Fortsätzen gelegenen Furchen brückenartig hinweg. Es wird auf diese Weise ein Raum gebildet, Recessus camerae posterioris, eine Abtheilung der hinteren Augenkammer, welche zwischen der M. hyaloidea, den Ciliarfortsätzen, dem gleich zu erwähnenden Lig. suspensorium lentis und der Linse eingeschlossen ist; dieser Raum ist mit Humor aqueus erfüllt. Auf der Höhe der Proc. ciliares löst sich die Membrana hyaloidea in eine grosse Zahl von Fasern auf, welche fächerförmig divergirend in der Richtung zur Linse verlaufen und mit der äusseren Lamelle der Linsenkapsel verschmelzen. Diejenigen von ihnen, die von den Spitzen der Processus ciliares kommen, setzen sich am Aequator der Linse und an der benachbarten hinteren Partie der Linsenkapsel an. Die Fasern hingegen, welche von der M. hyaloidea zwischen den Ciliarfortsätzen entspringen, setzen sich an der vorderen Fläche der Linsenkapsel in der unmittelbaren Nähe des Aequators derselben an. Die Gesammtheit dieser Fasern (Fibrae zonulares) bildet die Zonula ciliaris (Zinnii) oder das Lig. susp. lentis. Zwischen den eben erwähnten Fasern der Zonula und der Linse selbst ist demnach ein ringförmiger septirter Kanal, Spatia zonularia, eingeschlossen, — der Canalis Petiti, der durch Oeffnungen in Kommunikation mit der vorderen Augenkammer steht.

G. Die Linse.

Wie wir gesehen haben, geht die Linse (Lens crystallina) aus einer ektodermalen Einstülpung hervor, welche zunächst als Blase sich vom Ektoderm ablöst und sich dann in der Weise in die fertige Linse umwandelt, dass die Zellen der inneren Blasenwand zu Linsenfasern werden, die der äusseren aber als vorderes Epithel der Linse erhalten bleiben. Es kommt noch eine die Linse von allen Seiten umschliessende Kapsel hinzu — die Linsenkapsel.

Die Linsenkapsel ist eine homogene Membran, auf der vorderen Fläche der Linse etwa doppelt so dick als an der hinteren. Sie zeigt andere Reaktionen als das Bindegewebe und ist in dieser Beziehung den Membranae propriae der Drüsen zu vergleichen. An Schnitten erscheint sie tangential gestrichelt; nach Einwirkung bestimmter Reagenzien lassen sich von der Ober-

fläche derselben nach bestimmten Vorbehandlungen Lamellen ablösen, welche in direkter Verbindung mit den Fasern der Zonula ciliaris stehen.

Das vordere Epithel besteht bei Föten aus hohen, bei Kindern aus annähernd kubischen, bei Erwachsenen aus ganz platten Zellen. Gegen den Aequator der Linse nehmen die Zellen an Höhe zu und gehen allmählich in die Linsenfasern über.

Die Linsenfasern sind ebenfalls Abkömmlinge von Epithelzellen; es sind lange, in einer Richtung abgeflachte, sechseckige Prismen, die die ganze Dicke der Linse durchsetzen. An den Linsen der Erwachsenen sind sie in eine periphere resistentere und in eine weichere axiale Substanz differenzirt. An ihrer Oberfläche sind sie zackig und vermittelst dieser Zacken und einer Kittsubstanz unter einander verbunden. Jede Faser besitzt einen oder mehrere Kerne, welche zwar keine konstante Lage haben, aber in den nahe der Achse gelegenen meistens in der Mitte, in den von ihr entfernten Fasern etwa im vorderen Drittel gefunden werden. — Der Verlauf der Fasern in der Linse ist ein sehr komplizirter.

H. Fötale Blutgefässe des Auges.

Im embryonalen Auge sind sowohl der Glaskörper als auch die Kapsel der Linse gefässhaltig. Das später sich zur A. centralis retinae gestaltende Gefäss verläuft hier durch den später vom Glaskörper erfüllten Raum hindurch bis zur hinteren Fläche der Linse (A. hyaloidea ant.) und verzweigt sich im Gebiete der hinteren und vorderen Linsenkapsel. Die embryonale gefässhaltige vordere Kapselmembran bezeichnet man als Membrana capsulo-pupillaris und denjenigen Theil von ihr, der der Pupille entspricht, als Membrana pupillaris. — An der Papilla n. optici entspringen beim Embryo weitere zahlreiche Gefässe, welche an der Oberfläche des Glaskörpers, dicht an der Membr. hyaloidea verlaufen (Aa. hyaloideae post.). Bekanntlich schwinden später die erwähnten Gefässe als solche. An Stelle der Art. hyaloidea ant. bleibt im Glaskörper ein heller cylindrischer Strang übrig, der keine Fasern und Lamellen, wie der übrige Glaskörper enthält und aus einer mehr flüssigen Substanz besteht (Cloquet'scher Kanal). — Die Gefässe der Linsenkapsel schwinden normaler Weise ganz.

Was die Vasa hyaloidea post. anlangt, so ist man geneigt, anzunehmen, dass sie sich bei der Bildung der erst später erscheinenden Retinagefässe betheiligen. Das Nähere darüber ist wenig bekannt; es ist jedoch eine Thatsache, dass die grösseren Stämmchen der Retinagefässe z. B. beim Kaninchen nach innen von der Membr. limit. int., also noch im Glaskörper gelegen sind und feinere Zweigchen in die Retina hineinsenden (His **80**).

I. Flüssigkeitswechsel des Augapfels.

Die vorderen Lymphbahnen des Auges bestehen 1. aus den Saftkanälchen der Hornhaut, welche mit ähnlichen Kanälchen der Sklera in Verbindung stehen; 2. aus dem System der vorderen Augenkammer, welches einerseits mit dem Fontana'schen Raum (auch dem Irisstroma, in welches das Lig. pectinatum übergeht) und durch diesen indirekt mit dem Schlemm'schen Kanal in Verbindung steht; andererseits sich mit der hinteren Augenkammer, mit deren Recessus und mit dem Canalis Petiti verbindet.

Im hinteren Gebiet hätten wir zu erwähnen die Lymphbahnen der Retina (die perivaskulären Räume), die des Optikus (siehe diesen), den Raum zwischen der Pigmentschicht und der übrigen Retina (interlaminärer Raum, Rauber), dann die Lymphräume der Chorioidea und der Sklera. Der eventuelle Zu- und Abfluss der intraokulären Flüssigkeit geht lediglich durch Filtration vor sich. Ihr Zufluss geschieht durch die Ciliarfortsätze. (Dass die Chorioidea sich an diesem Prozess betheiligt, ist unwahrscheinlich.) Ihr Abfluss findet durch die Venen des Circulus venosus Schlemmii, wohin sie durch die Kittlinien des Epithels des Schlemm'schen Kanals gelangt, um von hier aus in die vorderen Ciliarvenen abzufliessen. Ein hinterer Abfluss aus dem Glaskörper existirt wahrscheinlich nicht oder findet nur in minimaler Weise statt. Die vordere Augenkammer besitzt jedenfalls keine abführenden Lymphgefässe (Leber 95).

J. Schutzorgane des Auges.

1. Die Lider und die Conjunctiva.

Die Augenlider entwickeln sich am Ende des zweiten Embryonalmonats als zwei Hautfalten. Ende des dritten Monats kommen die beiden Falten in der Gegend der späteren Lidspalte zur Berührung und verwachsen miteinander durch ihre äusseren epithelialen Theile. Erst kurz vor der Geburt löst sich die Verbindung der beiden Lider und die definitive Lidspalte tritt auf.

An den Lidern unterscheiden wir 1. die äussere Haut, welche am freien Rande Besonderheiten zeigt und in einer Entfernung von etwa 1 mm von der hinteren Kante des freien Randes in 2. die, die innere Oberfläche bildende Schleimhaut, die Conjunctiva palpebrarum übergeht. 3. Dazwischen besteht eine mittlere Schicht des Lides.

1. Der Hauttheil der Augenlider besteht aus einer dünnen Epidermis mit entweder nur wenig entwickelten oder gar keinen Coriumpapillen. Feinste Wollhärchen mit kleinen Talgdrüsen und wenige Schweissdrüsen sind über die ganze Oberfläche vertheilt. Das cutane Bindegewebe ist ein sehr lockeres, enthält sehr wenig elastische Fasern und ist in den oberflächlichen Schichten regelmässig mit Pigmentzellen versehen.

Am äusseren Lidrande sind die Papillen gut ausgebildet und die Epidermis ist etwas dicker. An der vorderen Kante des Lidrandes stehen in mehreren Reihen dicke Haare hinter einander, die Cilien, von welchen die hinteren besonders häufig neben den Talgdrüsen noch modifizirte Schweissdrüsen, die Glandulae ciliares (Molli) besitzen, welche alle ebenfalls in

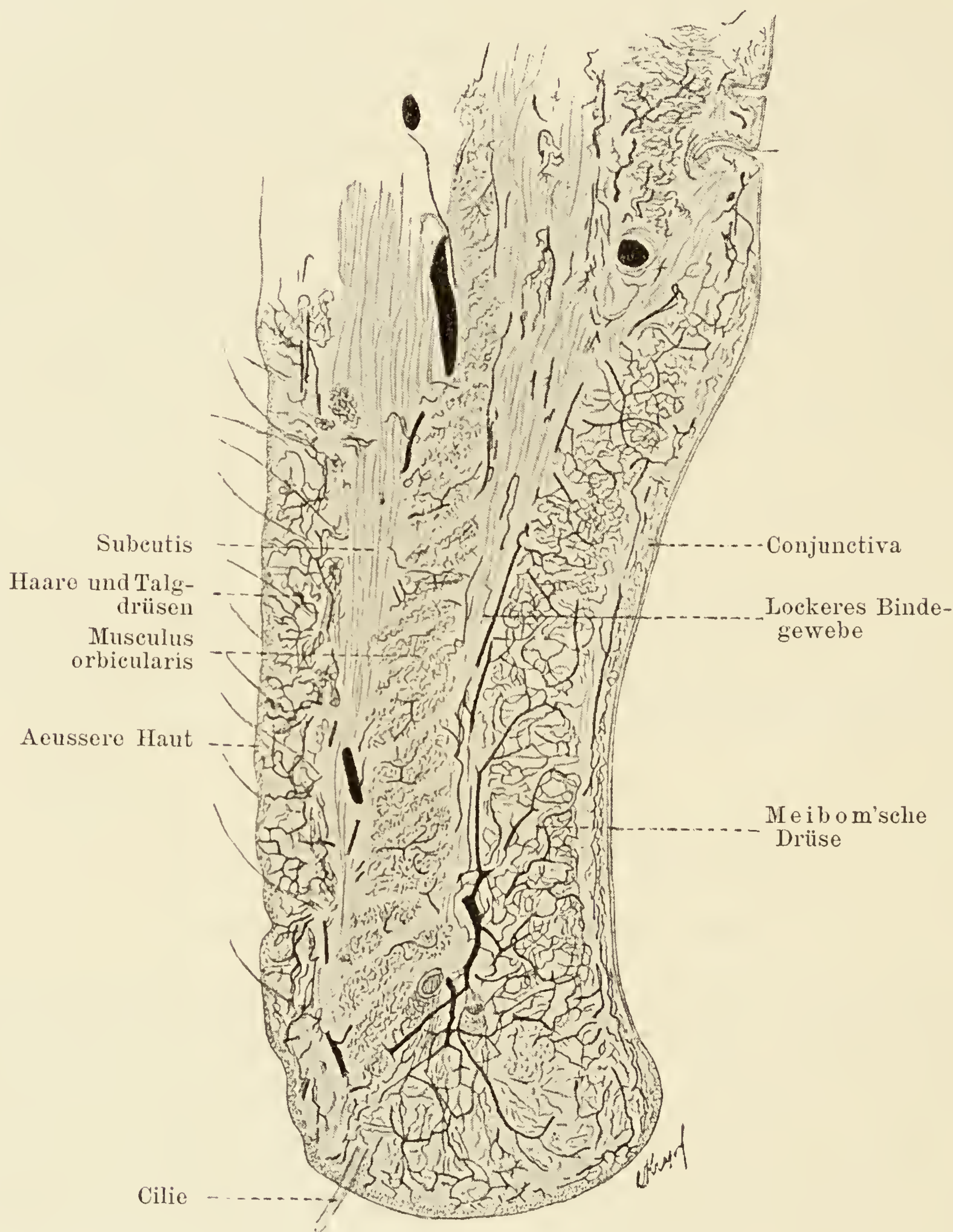


Fig. 244.

Oberes Augenlid vom Menschen auf dem Durchschnitt. Die Blutgefässe sind injizirt. Durch die verschiedene Anordnung der Blutkapillaren innerhalb der verschiedenen Gewebe des Lides kann man diese deutlich auseinanderhalten. 8mal vergr.

den Haarbalg münden. An der hinteren Partie des Lidrandes münden frei in die Lidspalte viele (etwa 30) Drüsen, die Gl. tarsales (Meibomi); sie stecken im Gewebe des Tarsus und sind epitheliale, senkrecht zur Lidspalte stehende cylindrische, mit mehrschichtigem Pflasterepithel ausgekleidete Röhren, in welche zahlreiche Talgdrüsen von allen Seiten her einmünden.

2. Der Conjunktivaltheil des Lides hat ein zweizeiliges Cylinderepithel, welches am Conjunktivalgewölbe in die Conjunctiva des Augapfels übergeht. Das Epithel ist durch das Vorhandensein nicht konstant vorkommender Fältchen und Rinnen ausgezeichnet. Besonders regelmässig treten longitudinale, parallel mit der Lidkante verlaufende Fältchen im oberen Theil des Oberlides auf. Im Epithel kommen, jedoch nicht immer, Becherzellen vor.

Das Epithel der Conjunctiva ist nach W. Pfitzner (**97**) ein zwei- bis dreischichtiges; die oberflächlich gelegene Zellen besitzen einen Cuticularsaum. Hier vorkommende Bildungen, welche bis jetzt für Becherzellen gegolten haben, sind wahrscheinich sogen. Leydig'sche Zellen, d. h. Schleimzellen, welche ihren Sekret nicht direkt auf die Oberfläche des Epithels ergiessen. Im Stratum proprium der Schleimhaut ist stets lymphoides Gewebe, mehr oder weniger ausgebildet, anzutreffen. Dasselbe scheint mitunter auch normal echte Lymphknoten zu bilden. Es ist nicht uninteressant, zu sehen, dass die Bildung dieser Lymphknoten bei bestimmten Erkrankungen in Menge vor sich geht und an die Bildung epithelialer Einsenkungen (Krypten) gebunden zu sein pflegt, welche Henle seinerzeit als schlauchförmige Drüsen aufgefasst wissen wollte. Ausserdem treffen wir in der Conjunctiva palp. kleine Drüsen vom Bau der Thränendrüse vor; sie kommen am oberen Augenlide, am äusseren Winkel des Conjunktivalgewölbes vor; ähnliche einzelne Drüsen befinden sich am medialen Winkel.

3. In der mittleren Schicht des Lides unterscheiden wir ausser dem Tarsus (bindegewebiger Knorpel) 1. den unter dem subcutanen Gewebe gelegenen M. orbicularis oculi, der am Lidrande noch eine besondere, aus zwei durch den Tarsus getrennten Fascikeln bestehende Partie, den M. ciliaris Riolani, erkennen lässt; 2. das Bindegewebe zwischen den Bündeln des M. orbicularis oculi und 3. das hinter dem letzteren und dem Tarsus gelegene Bindegewebe. Das sub 2 und 3 genannte Bindegewebe steht im oberen Lide in Beziehung zur Sehne des M. palpebralis sup., welch' letzterer aus glatten Muskelfasern besteht und als eine Fortsetzung der mittleren Portion des quergestreiften M. levator palpebrae sup. aufgefasst wird. Im unteren Lide sind die Verhältnisse der mittleren Schicht ganz analoge, nur dass hier an Stelle des M. levator palp. der M. rectus inf. tritt.

Die Gefässe des Lides liegen dicht vor dem Tarsus und versorgen von hier aus die benachbarten Theile auf dem kürzesten Wege; in die hintere Partie des Lides gelangen sie entweder, indem sie durch den Tarsus treten, oder sich um denselben herumschlagen. (Waldeyer **74**.)

Das dritte Augenlid, die Plica semilunaris, enthält, wenn es entwickelt ist, eine kleine Spange hyalinen Knorpels.

Am Fornix geht das Epithel der Conjunctiva palpebrae in das zwei- bis dreischichtige Pflasterepithel der Conjunctiva bulbi über.

2. Thränenapparat.

Hierher gehören die Thränendrüsen, ihre Ausführungsgänge, die Thränenpunkte und Thränenkanälchen mit dem Sammelrohr, der Thränensack und der Thränennasengang.

Eine Thränendrüse zerfällt in zwei getrennte Portionen, von welchen die eine lateral an der Orbita und die andere an der oberen lateralen Partie des oberen Conjunktivalgewölbes gelegen ist. Der Bau der Drüse entspricht ganz dem einer serösen Drüse, etwa der Parotis, mit dem Unterschiede, dass die Speichelröhren hier fehlen und dass diejenigen Zellen, welche zwischen den secernirenden Elementen eingeschaltet sind und als Stützzellen (sogenannte Korbzellen) fungiren, viel entwickelter sich zeigen als dort.

Die Ausführungsgänge des Orbitaltheiles passiren gewöhnlich die conjunktivale Hälfte der Drüse, nehmen einige Ausführgänge der letzteren auf und münden dann auf der Oberfläche der Conjunktiva aus. Ausserdem besitzt die laterale Drüse selbständige Ausführgänge. Alle Ausführgänge haben ein cylindrisches Epithel und eine relativ dicke, bindegewebige Wand mit inneren longitudinalen und äusseren cirkulär verlaufenden Fasern. Von dem lateralen Theil des Conjunktivalsackes, wohin das Sekret durch die Ausmündungen der Thränendrüsen gelangt, kommt es in den kapillären Raum des Sackes, und wird dessen gleichmässige Vertheilung durch Rinnen und Wülste des Conjunktivaltheiles des Lides begünstigt. Auf diesem Wege gelangt das Sekret zum medialen Augenwinkel, wo es durch die Thränenpunkte in die Thränenkanäle befördert wird.

Die Thränenkanälchen besitzen ein mehrschichtiges Pflasterepithel, eine Basalmembran und eine Bindegewebsschicht mit vorwiegend cirkulär verlaufenden, elastischen Elementen. Nach aussen findet man ausserdem einen Belag von quergestreiften Muskelfasern.

Der Thränensack weist ein anderes Epithel auf, nämlich ein zweizeiliges, cylindrisches, in welchem Becherzellen vorkommen. Aehnliches Epithel besitzt auch der Thränennasengang. Die bindegewebige Wandung des letzteren und die des Thränensackes stossen an das Periost; zwischen beiden ist ein relativ starkes Gefässgeflecht gelegen.

Im Thränennasengang sind schon geschichtete Pflaster- und Flimmerepithelien beschrieben worden, auch Schleimdrüsen in diesem und im Thränensacke. (Vergl. über das Auge namentlich M. Schulze 72, Schwalbe 87.)

Untersuchungsmethoden für das Auge.

316. Der von Muskeln und dem lockeren Bindegewebe gesäuberte Augapfel grösserer Thiere wird in der Fixirungsflüssigkeit mit einer scharfen Scheere durch einen äquatorialen Schnitt halbirt. Kleinere, dünnwandige Augen können auch im Ganzen fixirt werden.

Als Fixirungsflüssigkeiten werden hauptsächlich die Müller'sche Flüssigkeit (T. 27), Salpetersäure (T. 25) und die Flemming'sche Flüssig-

keit (T. 17) angewendet. Hat man in einer dieser Flüssigkeiten fixirt, so schliesst man bestimmte Regionen des Augapfels in Celloidin oder Celloidin-Paraffin ein und fertigt Schnitte an.

317. Das vordere Epithel, die Hornhaut, macerire man am besten mit $^1/_3$ Alkohol; das Descemet'sche kann versilbert werden. Um Faserungen des letzteren zu sehen, empfiehlt Nuel eine Injektion durch Einstich einer 1—2% Ameisensäure in die vordere Augenkammer der Taube oder des Kaninchens, nachdem das Kammerwasser vorher zum Abfluss gebracht worden ist. Dann wird die Hornhaut ausgeschnitten und 3—5 Minuten in Osmiumsäure fixirt.

318. Ihre Grundschicht wird entweder an Schnitten einer getrockneten oder an Zupfpräparaten einer in Kalkwasser oder in hypermangansaurem Kali macerirten Hornhaut studirt. Die Schnitte färbt man mit Pikrokarmin (Ranvier). Die Körperchen und Kanälchen lassen sich mit Silbernitrat in doppelter Weise darstellen: entweder ätzt man die vom Epithel befreite frische Hornhaut kleiner Thiere mit einem Lapisstift und untersucht sie als Ganzes in Wasser, so erscheinen nach kurzer Zeit die Hornhautkörperchen mit ihren Ausläufern hell auf dunklem Grunde (negative Versilberung); oder man behandelt in derselben Weise die Hornhäute grosser Thiere, fertigt von ihnen aus freier Hand Flachschnitte an und lässt sie ein paar Tage in Wasser liegen; dann erscheinen die Hornhautkörperchen mit ihren Ausläufern dunkel auf hellem Grunde (positive Versilberung) (Ranvier 89).

319. Durch die Altmann'sche Oelmethode (T. 112) kann man Ausgüsse der Hornhautkörperchen und ihrer Ausläufer darstellen. Auch nach Behandlung mit Gold kommen neben den Nerven auch die Hornhautkörperchen mit ihren Ausläufern zum Vorschein.

320. Speziell für die Nerven der Cornea empfiehlt Ranvier (89) Goldchlorid-Kalium 1%. Die Hornhaut des Frosches z. B. wird 5 Minuten mit Citronensaft, dann $^1/_4$ Stunde mit Goldchlorid-Kalium und schliesslich 1—2 Tage mit einem schwach mit Essigsäure angesäuertem Wasser (2 Tropfen auf 30 ccm Wasser) im Lichte behandelt. Die Golgi'sche Methode führt auch hier zum Ziele, indessen ist die Goldmethode bei diesem Objekt bei Weitem die sicherste.

321. Die Sklera wird in ähnlicher Weise untersucht.

322. Die Pigmentirung der Gefässschicht stört die Untersuchung und man wählt deshalb entweder albinotische Thiere, oder entfernt an fixirten Augäpfeln das Pigment mit Wasserstoffhyperoxyd oder nascirendem Chlor. Letztere Methode wird ebenso wie beim Entosmiren (s. T. 144) angewandt.

323. Die Linse der erwachsenen Thiere und Menschen lässt sich kaum in Schnitte zerlegen, denn sie wird fast in allen Fixirungsflüssigkeiten sehr hart. Die vordere Linsenkapsel kann an abgetragenen Stücken vorher fixirter Linsen studirt werden. Die Linsenfasern bringt man durch Maceration der Linse in $^1/_3$ Alkohol (24 Stunden) oder in starker Salpetersäure zur Darstellung. Vor dem Einlegen wird die Linsenkapsel durch einen Einstich eröffnet.

324. Die Retina lässt sich an in toto konservirten Augen nur selten glatt erhalten. Man eröffnet deshalb den Augapfel in der Fixirungsflüssigkeit und lässt sie von innen her einwirken oder man entfernt die äusseren Häute und lässt die Fixirungsflüssigkeit von aussen einwirken.

325. Ranvier empfiehlt das Räuchern der Augen kleinerer Thiere (Maus, Triton) mit Osmiumsäuredämpfen (s. T. 16) $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde. Nach

dieser Frist sind die Augen genügend fixirt und werden unter $^1/_3$ Alkohol mit einer Scheere geöffnet. Nach 3—4 Stunden wird die hintere Augenhälfte mit Pikrokarmin (T. 67) längere Zeit gefärbt, aus diesem abermals in eine 1 % Osmiumsäure für 12 Stunden übertragen, mit Wasser ausgewaschen, mit Alkohol nachbehandelt und geschnitten.

Die Stäbchenkerne zeigen an Osmiumsäurepräparaten eine Querbänderung, welche darauf beruht, dass die Endtheile der Kerne sich dunkler färben.

Die Retina ist ein sehr günstiges Objekt für Mehrfachfärbungen, z. B. mit Hämatoxylin-Eosin, Hämatoxylin-Orange etc. Bei letzterer Färbung erscheinen die Stäbchen- und Zapfenellipsoide besonders gefärbt. Man unterlasse nicht, auch Flachschnitte zu studiren.

326. Mit dem grössten Erfolge wendet man hier die Golgi'sche Methode an. Dabei ist zu bemerken, dass die Stützelemente der Retina sich viel leichter imprägniren als die nervösen, und dass letztere nur bei jugendlichen Augen in grösserer Ausdehnung zur Darstellung gebracht werden können.

327. Ramón y Cajal (**94**) empfiehlt folgendes, nach Golgi modifizirtes Verfahren: Die hintere Bulbushälfte wird nach Entfernung des Glaskörpers auf 1—2 Tage in eine Mischung von 3 % Kaliumbichromat — 20 ccm und 1 % Osmiumsäure — 5—6 ccm gebracht. Man trocknet dann die Stücke mit Fliesspapier ab und überträgt in eine $^3/_4$ % Lösung von Silbernitrat. Ohne abzuwaschen kommen die Stücke in eine 3 % Lösung von Kaliumbichromat 20 ccm + 2—3 ccm 1 % Osmiumsäurelösung für 24—36 Stunden und werden dann abermals in eine $^3/_4$ % Höllensteinlösung gebracht. Um Niederschläge auf ein Minimum zu reduziren ist es rathsam, die Retina vor der Behandlung aufzurollen und mit dünnem Celloidin oder Collodium zu begiessen, wodurch das Wiederaufrollen verhindert wird.

328. Die Anwendung der Methylenblaumethode (T. 297) führt ebenfalls zur Darstellung der nervösen Elemente der Retina, jedoch decken sich die hierbei gewonnenen Bilder mit denen durch die Golgi'sche Methode erzielten nicht ganz.

IX. Das Gehörorgan.

A. Das äussere Ohr.

Der Ohrknorpel und der Knorpel des äusseren Gehörgangs sind Netzknorpel, unterscheiden sich von dem typischen Netzknorpel dadurch, dass in ihnen faserfreie Territorien in ausgedehntem Maasse vorkommen. Die elastischen Netze fehlen jedoch nie am Perichondrium.

Die Haut des knorpeligen Gehörganges besitzt sehr wenig ausgeprägte Papillen und ist ausgezeichnet durch das Vorhandensein der Ohrenschmalzdrüsen (Gl. seruminosae), welche modifizirte und sehr stark entwickelte Schweissdrüsen sind. Sie konfluiren oft zu zwei und drei in einen Drüsengang, welcher in der Regel in den Haarbalg nahe der Hautoberfläche mündet. Das Corium ist etwas verschiebbar.

Die Haut des äusseren knöchernen Gehörganges hat weder Haare noch Drüsen und besitzt in der Nähe des Trommelfells schmale Papillen. Das Corium ist mit dem Perioste fest verwachsen.

Das Trommelfell zerfällt in einen gespannten und einen schlaffen Theil (Pars tensa et flaccida). Es gehört sowohl zum äusseren als zum mittleren Ohre. Von aussen nach innen kann man an ihm folgende Schichten unterscheiden: 1. den Hauttheil (Stratum cutaneum); 2. die Lamina propria und 3. den Schleimhauttheil (Stratum mucosum).

Die Epidermis des Hauttheiles (1) besitzt ein mehrschichtiges Epithel wie das der Haut, nur sind die oberflächlichen Schichten des Stratum corneum kernhaltig. Die Coriumschicht ist sehr dünn und bildet entsprechend dem Verlauf des Manubriums des Hammers eine Verdickung, den sogen. Cutisstrang, welch' letzterer Papillen besitzt und mit Gefässen und Nerven versehen ist.

Die Lamina propria (2) geht peripher in einen verdickten bindegewebigen Ring, Annulus fibrocartilagineus, über, der am Sulcus tympanicus mit dem Perioste des letzteren verwachsen ist. Sie wird aus bindegewebigen Fasern zusammengesetzt, welche zwei Schichten erkennen lassen. In der äusseren verlaufen die Fasern radiär (Str. radiatum), in der inneren cirkulär (Str. circulare). Die erstere Schicht geht vom Ringwulst zum Umbo und zum Manubrium und ist an der Membrana flaccida, entsprechend dem oberen Viertel des Manubriums und des kurzen Fortsatzes des Hammers unterbrochen. Die cirkuläre Faserschicht beginnt ebenfalls am Ringwulst, wo sie am dicksten ist, verdünnt sich allmählich centralwärts und ist in der Nähe des Umbo überhaupt nicht mehr nachweisbar. Zwischen den beiden Schichten der Lamina propria findet man wenig lockeres Bindegewebe.

Das Manubrium des Hammers ist im Trommelfelle eingeschlossen. Dieses kommt dadurch zu Stande, dass die Fasern der Radiärschicht mit den äusseren Lagen seines Perichondriums (der Hammergriff ist hier von einer dünnen Knorpelschicht überzogen) sich verbinden. Im hinteren oberen Quadranten des Trommelfells vermischen sich die beiden Schichten der Lamina propria zu unregelmässig verlaufenden Bündeln und Balken (Dendritische Fasergebilde, Gruber).

Die Schleimhaut des Trommelfells (3) besteht aus einem einschichtigen Plattenepithel, welches von der Lamina propria durch eine dünne, wenige Zellen enthaltende Bindegewebslage getrennt ist. Die Schleimhaut geht ebenfalls auf den Hammergriff über. An der Pars flaccida des Trommelfells fehlt die Lamina propria, so dass der Hauttheil und die Schleimhaut sich hier unmittelbar berühren.

B. Das mittlere Ohr.

An die Schleimhaut des Trommelfells schliesst sich die Schleimhaut der Paukenhöhle unmittelbar an. An der Uebergangszone trifft man regelmässige papillenartige Erhebungen.

Das Epithel der Schleimhaut ist ein zweizeiliges und flimmerndes. Nicht flimmernd ist es, ausser am Trommelfell selbst, noch an der Oberfläche der Gehörknöchelchen, ihrer Ligamente und am Promontorium. Das Stratum proprium der Schleimhaut ist mit dem Perioste innig verbunden; kurze

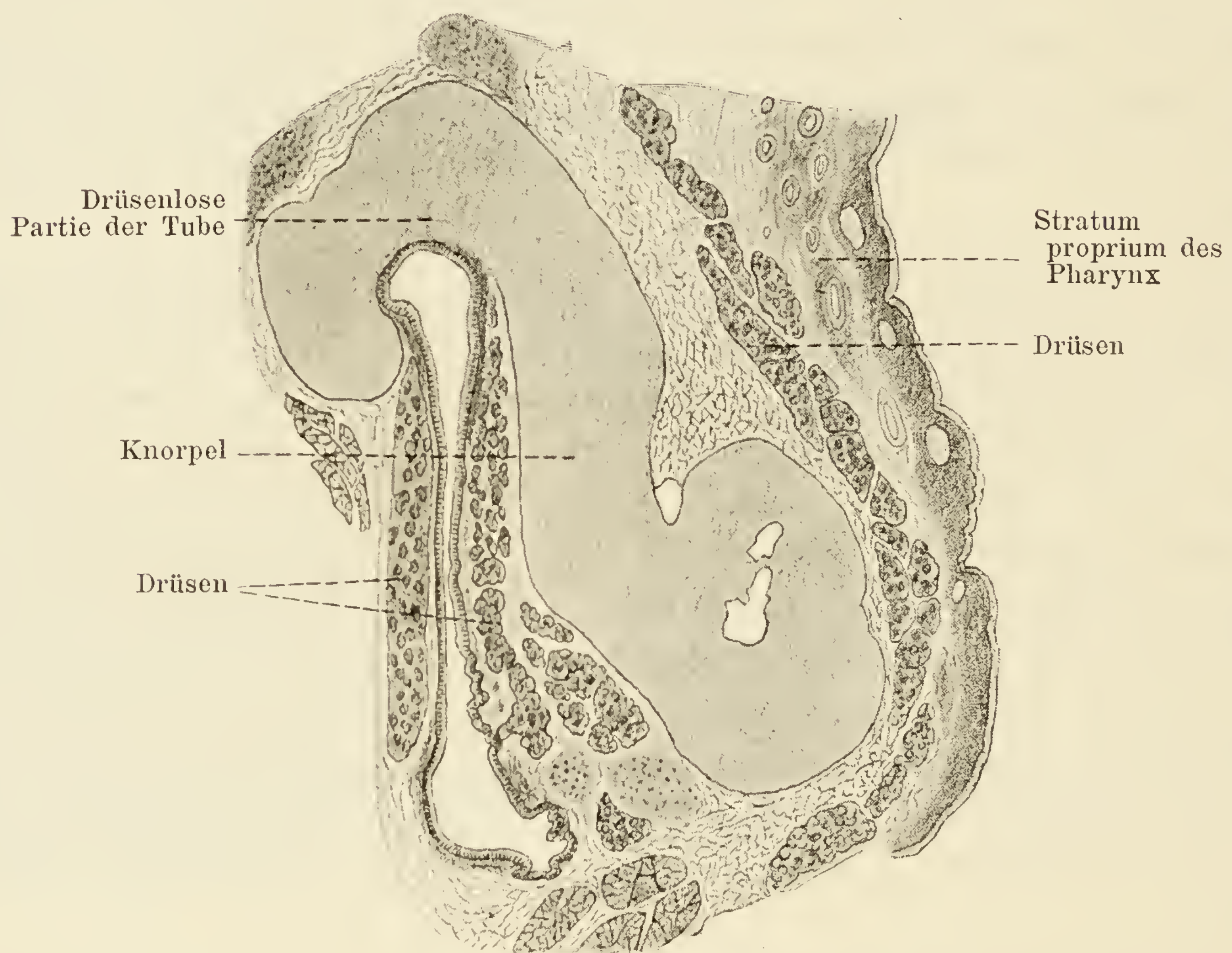


Fig. 245.
Querschnitt der Ohrtrompete mit ihrer Umgebung. 12mal vergr. Nach einem Präparat von Prof. Rüdinger.

alveoläre Drüsen sind hie und da hier gefunden worden, namentlich in der Nähe der Tubenmündung.

Die Gehörknöchelchen sind echte Knochen mit Havers'schen Kanälen und Lamellen; mit Ausnahme des Steigbügels enthalten sie aber keine Markhöhle. An den Gefässen der Kanäle sind besonders deutlich die perivaskulären Räume zu sehen (Rauber). Der Hammer ist mit dem Ambos gelenkig verbunden und ist sowohl die Gelenkfläche des Hammers, als die des Amboses mit hyalinem Knorpel überzogen. In diesem Gelenk finden wir einen bindegewebsknorpeligen Meniscus vor. An der Spitze des kurzen Ambosschenkels ist ebenfalls ein Knorpelplättchen angebracht. Auch zwischen dem Processus lenticularis des Amboses und dem Capitulum des Steigbügels ist ein Gelenk mit knorpeligen Gelenkflächen vorhanden. — Die Fussplatte des Steigbügels ist sowohl an der Basis, als auch an den Rändern mit Knorpel überzogen. Die Ränder der Fenestra vestibuli sind

ebenfalls knorpelig. Die Fussplatte ist in der Fenestra nach Art eines Halbgelenkes befestigt, indem es an der tympanalen und vestibularen Seite zu straffen ligamentartigen Bildungen kommt, während zwischen denselben das Bindegewebe mehr locker ist. Alle Knorpelstücke der Gehörknöchelchen mit Ausnahme der Gelenkknorpel sitzen auf dem Perioste (Rüdinger **70**).

Die Fenestra cochleae ist von der Membrana tympani secundaria verschlossen, einer bindegewebigen Membran mit Gefässen und Nerven, ihre äussere Wand ist vom flimmernden, die innere, der Scala tympani zugewandte Fläche vom platten Epithel des perilymphatischen Raumes dieser Skala überzogen.

Das Stratum proprium der Schleimhaut des Antrum und der Cellulae mastoideae ist mit dem Perioste unbeweglich verwachsen. Das Epithel ist ein einschichtiges, plattes, nicht flimmerndes.

Die Schleimhaut der Pars ossea tubae auditivae (Eustachii) ist sehr dünn und deren Stratum proprium mit dem Perioste fest verbunden. Das Epithel ist ein zweizeiliges, flimmerndes. Drüsen fehlen.

Die Schleimhaut der Pars cartilaginea ist dicker, das Epithel ist ein höheres und kann Becherzellen enthalten; das Stratum proprium zeigt lymphoides Gewebe und es kommt mitunter zur Bildung von lymphknotenähnlichen Gebilden, namentlich in der Nähe der Ausmündung der Tube.

In der knorpeligen Tube sind Schleimdrüsen vorhanden, welche besonders zahlreich in der Nähe des Ostium pharyngeum vorkommen (Rüdinger **72. 2**).

C. Das innere Ohr.

Wir haben uns hier zunächst mit dem häutigen Labyrinthe zu beschäftigen. Dasselbe besteht aus dem Utriculus mit den drei Bogengängen, Ductus semicirculares, welcher durch den in den Ductus endolymphaticus einmündenden Canalis utriculo-saccularis mit dem Sacculus in Verbindung steht. Dieser letztere verbindet sich durch den Canalis reuniens (Henseni) mit der häutigen Schnecke, dem Ductus cochlearis.

Der Ductus endolymphaticus zieht durch den Aquaeductus vestibuli und endet mit einem Saccus endolymphaticus subdural an der hinteren Fläche des Felsenbeines.

Die Bogengänge (Ductus semicirc. sup., post. et lat.) besitzen zusammen drei mit Ampullen (Ampulla membranacea sup., post. et lat.) versehene und zwei nicht ampulläre Schenkel.

Die Nerven verbreiten sich im häutigen Labyrinth an bestimmten Stellen, die Maculae, Cristae und Papilla spiralis benannt werden. Wir haben eine Macula im Utriculus, und zwar in dessen Recessus, — Macula acustica utriculi und eine zweite im Sacculus gelegene, die Macula acustica sacculi; je eine Crista ist in der Ampulle des oberen, hinteren

und lateralen Bogenganges vorhanden, die Cristae ampullares sup., post. et lat. Dazu kommt die Endausbreitung des N. acusticus im häutigen Schneckenkanal, die Papilla spiralis cochleae (Organon spirale [Cortii]).

1. Utriculus und Sacculus.

Der Utriculus ist nur mit seiner inneren Wand mit dem Perioste des Recessus ellipticus verwachsen, an welcher Stelle die entsprechende Macula cribrosa liegt; durch dieselbe treten die Nerven zur Macula des Utriculus ein. Der Utriculus füllt nur einen Theil des Binnenraumes des knöchernen Recessus ellipticus aus; zwischen beiden bleibt ein Raum bestehen, der von unter einander anastomosirenden Bindegewebsbälkchen durchzogen ist und ebenso, wie die letzteren, von einem flachen Epithel bekleidet wird. Die Bindegewebsbälkchen durchziehen diesen Raum und gehen einerseits in das Periost des Recessus, andererseits in die Utriculuswand über. Dieser Raum ist ein perilymphatischer. (Vergl. Fig. 246, welche analoge Verhältnisse in den Bogengängen zeigt).

Die Wand des Utriculus besteht aus faserigem Bindegewebe, welches nach innen zu fein und in dichter Anordnung erscheint. An der Stelle der Macula acustica ist die bindegewebige Wand am mächtigsten. — Das Epithel des Utriculus ist unmittelbar an der Macula utriculi ein hohes cylindrisches, im übrigen Theil ein niederes cylindrisches mit einer deutlichen Basalmembran; das Epithel der Macula selbst ist ein hohes cylindrisches und ist aus zweierlei Elementen zusammengesetzt: 1. aus den Stütz- oder Fadenzellen und 2. aus den Hör- oder Haarzellen.

Die Fadenzellen sind lange Epithelzellen, welche mit einfachen oder gespaltenen Fussplatten zur Basalmembran in Beziehung stehen. Sie haben einen ovalen Kern, welcher in der Mitte oder unterhalb der letzteren gelegen ist. — Die Haarzellen sind eigenthümliche, cylindrische, basal etwas verdickte und abgerundete Elemente. Das eine Ende erreicht die Oberfläche des Epithels, das andere, kerntragende erstreckt sich nur bis zur Mitte der ganzen Schicht. Das freie Ende der Zellen ist mit einem Cuticularsaum versehen, auf welchem eine Anzahl längerer steifer Härchen sitzen, welche oft zu einem einzigen Faden verkleben. Auf der Oberfläche des Epithels (Neuroepithel) befinden sich stets Krystalle von kohlensaurem Kalk, Otolithen (Otoconia N.), mit einer in der Mitte gelegenen, kleinsten Vacuole (Schwalbe). Die Otolithen sind in einer homogenen, netzförmig gerinnenden Substanz (Otolithenmembran) eingeschlossen.

Die Nervenfasern verhalten sich hier folgendermassen: sie treten durch die Wand in's Epithel, theilen sich dichotomisch und bilden in der Höhe der Basalenden der Hörzellen eine aus feinen Ramifikationen bestehende plexusartige Schicht (Stratum plexiforme). Einzelne Fäserchen gehen weiter

hinauf und ihre Telodendrien stehen in inniger Beziehung zu den Hörzellen (v. Lenhossék **94. 1**).

Ueber den Sacculus kann man mutatis mutandis dasselbe sagen, was eben über den Utriculus angegeben worden ist.

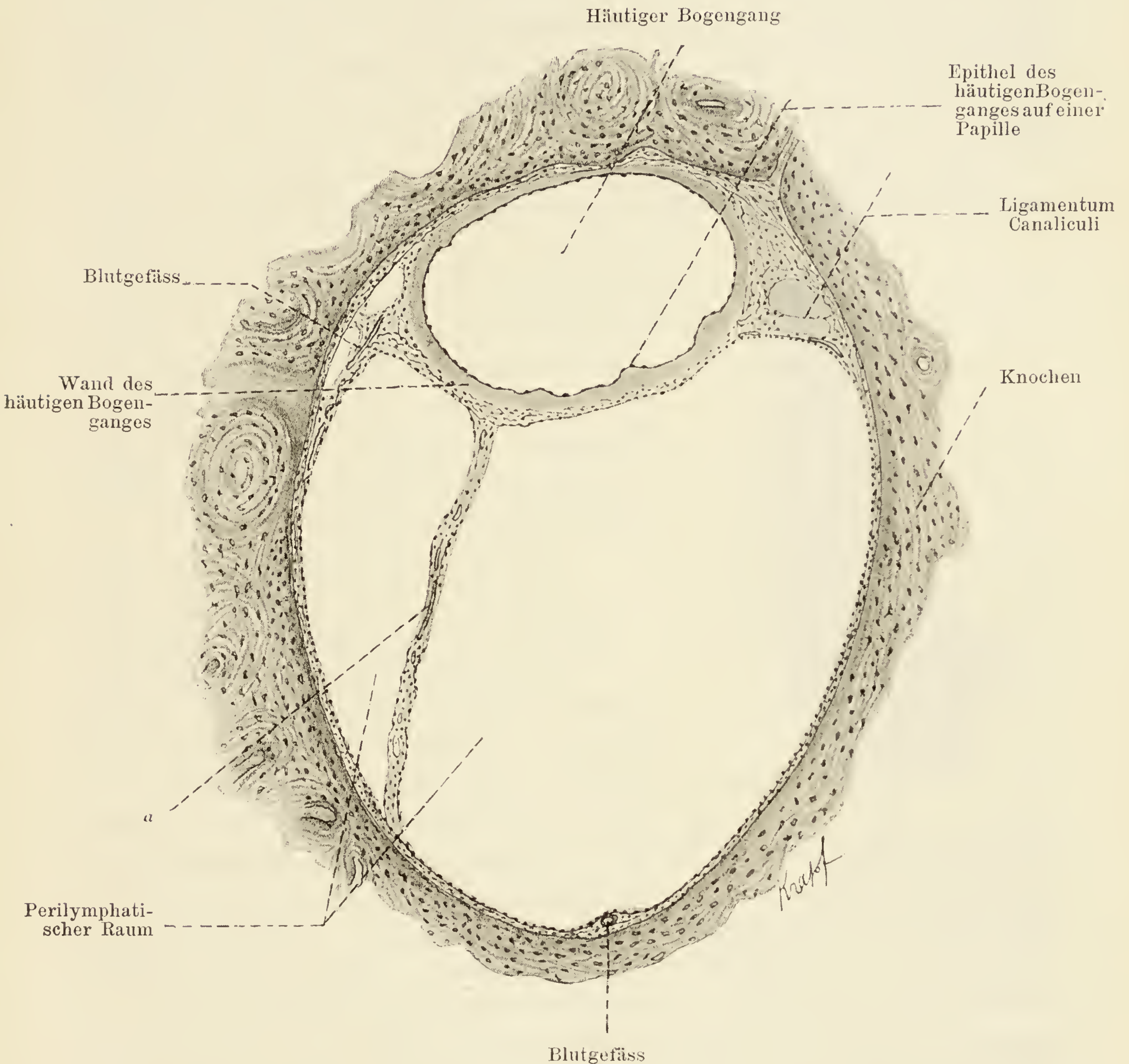


Fig. 246.

Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges vom erwachsenen Menschen. Nach einem Präparate von Dr. Scheibe. 65mal vergr.

a Bindegewebiger Zug als Rest des Gallertgewebes, Befestigungsmittel des häutigen Bogenganges, mit einem Gefäss.

2. Halbcirkelförmige Kanäle.

Die häutigen halbcirkelförmigen Kanäle füllen die knöchernen bei weitem nicht aus; sie sind aber an ihrer konvexen Seite mit dem Perioste der knöchernen Kanäle verwachsen. Auch hier kommt es zur Bildung eines excentrisch gelegenen perilymphatischen Raumes, der ebenfalls von Binde-

gewebsbälkchen durchzogen ist. Ein flaches Epithel, welches einerseits die periostale Fläche, andererseits die äussere Wand des häutigen Bogenganges und die Bindegewebsbälkchen überzieht, bildet auch hier die Wandung des perilymphatischen Raumes. — Die bindegewebige Wand der häutigen Kanäle ist ähnlich gebaut wie die des Utriculus und Sacculus. Hensen vergleicht ihren Bau mit dem der Substantia propria der Cornea. Die innere Wandschicht bildet beim Erwachsenen einige papillenartige Erhebungen, welche jedoch an der Anheftungsstelle des Bogenganges zu fehlen pflegen (Rüdinger **72. 88**).

Das Epithel der häutigen Bogengänge ist ein einfaches plattes und überzieht gleichmässig die ganze Innenfläche, einschliesslich der erwähnten Papillen. Nur an der konkaven Seite des Bogenganges sind die Epithelzellen schmäler und höher. Dieses höhere, innere, an der konkaven Seite hinziehende Epithel erstreckt sich bis in die Ampulle hinein und kennzeichnet die Stelle, an welcher sich die Bogengänge bei ihrer Entstehung aus der taschenförmigen Anlage abgeschnürt haben — Raphe.

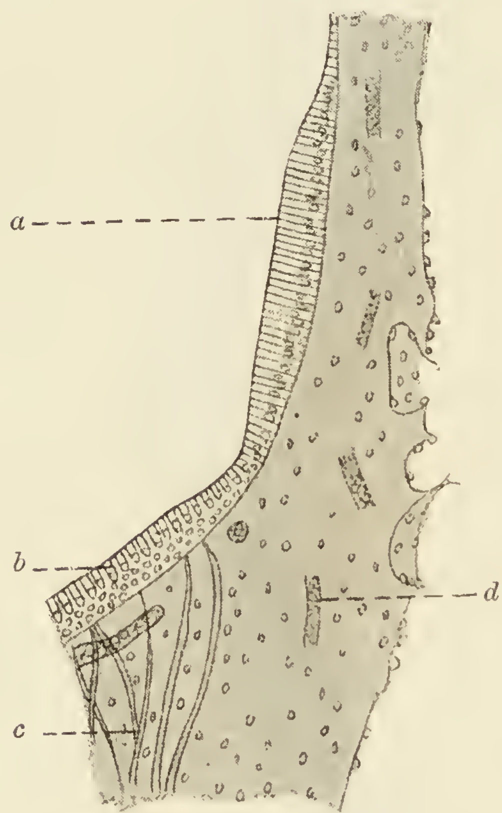


Fig. 247.
Partie eines vertikalen Querschnitts der vorderen Ampulle mit der häutigen Wand, einem Theil der Crista acustica und dem Planum semilunatum. Nach Retzius.
a Planum semilunatum; *b* Crista acustica; *c* Nervenfasern; *d* Blutgefässe.

Die Ampullen anlangend (Fig. 247), ist zu erwähnen, dass das Epithel, ausser demjenigen der Rapheregion, ein plattes ist. An der Crista ampullaris aber hat das Neuroepithel die gleiche Beschaffenheit wie in den Maculis. Die den beiden Enden der Crista unmittelbar sich anschliessenden Zellen sind hohe Cylinderzellen; erst an diese schliesst sich das Plattenepithel an. Die letzterwähnten Cylinderzellen bilden die sogenannten Plana semilunata. Auf dem Neuroepithel der Crista ampullaris befinden sich ebenfalls Otolithen. Das der Otolithenmembran im Utriculus entsprechende Gebilde heisst hier Cupula; an konservirtem Material präsentirt sich die letztere als ein Gerinnsel; in frischem Zustande ist sie, wenigstens bei niederen Wirbelthieren, als eine diskrete Bildung nicht gesehen worden.

3. Die Schnecke.

In der Schnecke bezeichnen wir diejenige Richtung, welche die Achse des Modiolus mit der Oberfläche der Schnecke verbindet, als die radiäre (von innen nach aussen gehende); ein parallel (tangential) mit dem freien Rande der Lamina spiralis ossea gerichteter Verlauf würde als der spirale zu bezeichnen sein.

Der Ductus cochlearis verbindet sich durch den Canalis reuniens mit dem Sacculus und ist selbst ein langer, an beiden Enden geschlossener Schlauch; das eine Ende ist der Vorhofblindsack, Caecum vestibulare N., das andere der Kuppelblindsack, Caecum cupulare N. (Lagena). Der Ductus cochlearis liegt innerhalb der Schnecke, in welcher er beim Menschen $2^3/_4$ Spiralwindungen beschreibt. Er ist ein eigenartig gestalteter und in der Schnecke in einer bestimmten Weise befestigter, spiral verlaufender häutiger Schlauch, der zwischen den beiden Scalae der Schnecke gelagert ist. Die eine ist die Scala vestibuli, die andere die Scala tympani. Beide Scalae sind perilymphatische Säcke. Durch das Helicotrema Brecheti gehen beide Skalen im Bereich der letzten halben Schneckenwindung in einander über.

Die Scala vestibuli steht mit dem Vestibulum in offener Verbindung; die Scala tympani hingegen verbindet sich mit dem perivaskulären Raume der Vene des Aquaeductus cochleae, welche letztere in den Bulbus Venae jugularis einmündet.

Am Ductus cochlearis unterscheiden wir nun 1. die Aussenwand, welche innig mit dem Perioste der Schnecke verbunden ist; 2. die gegen die Scala tympani sehende tympanale Wand mit dem Organon spirale Cortii und 3. die vestibulare oder die Reissner'sche Membran; letztere grenzt gegen die Scala vestibuli. Auf einem axialen durch den Modiolus gehenden Schnitt erscheint der Ductus cochlearis als ein dreieckiger Raum. Die Spitze des Dreiecks ist an die Lamina spiralis geheftet (Fig. 248). Je höher der Ductus cochlearis in der Schnecke emporsteigt, um so mehr verändert er seine Form, indem seine Aussenwand kürzer wird, die beiden anderen aber länger.

Die Membrana vestibularis N. (Reissneri) besteht aus einer äusserst dünnen, bindegewebigen Lamelle und einem sehr platten, dieselbe von beiden Seiten überziehenden Epithel. Das dem Ductus cochlearis zugekehrte Epithel bildet mitunter kleine zottenartige Erhebungen; das zur Scala vestibuli gewendete Epithel, als ein Theil des den Perilymphraum dieser Skala auskleidenden, besteht aus einer Lage sehr platter Zellen.

Die Aussenwand liegt einer Verdickung des Periostes der Schnecke an, welche sich eine Strecke weit in die Scala vestibuli und tympani fortsetzt um in diesen unter allmählicher Verdünnung auszulaufen. Das Periost und der bindegewebige Theil der Aussenwand des Ductus cochlearis bilden das Ligamentum spirale cochleae (Fig. 248). Das Lig. spirale zeigt zwei einwärts vorspringende Leisten, die Crista basilaris und die Prominentia spiralis. Zwischen dieser Prominenz und der Crista liegt der Sulcus spiralis externus. Zwischen der Ansatzstelle der Reissner'schen Membran und der Prominentia spiralis liegt das Gebiet der Stria vascularis.

Der das Periost des Canalis spiralis cochleae osseae bildende Theil des Lig. spirale ist sehr kernreich und geht nach innen zu in ein mehr lockeres Bindegewebe über. Das der Aussenwand des Ductus cochlearis selbst

anliegende Bindegewebe ist sehr dicht, zellen- und gefässreich, geht aber innerhalb der Crista basilaris in ein glashelles, zellenloses Gewebe über, welches in die später zu erwähnende Lamina basilaris N. sich fortsetzt. Ein Gefäss, das Vas prominens, kommt in der Prominentia spiralis regelmässig vor. — Das Epithel an der Stria vascularis besteht aus kubischen, dunkelgranulirten Zellen, welche keine scharfe Grenze gegen das darunter liegende

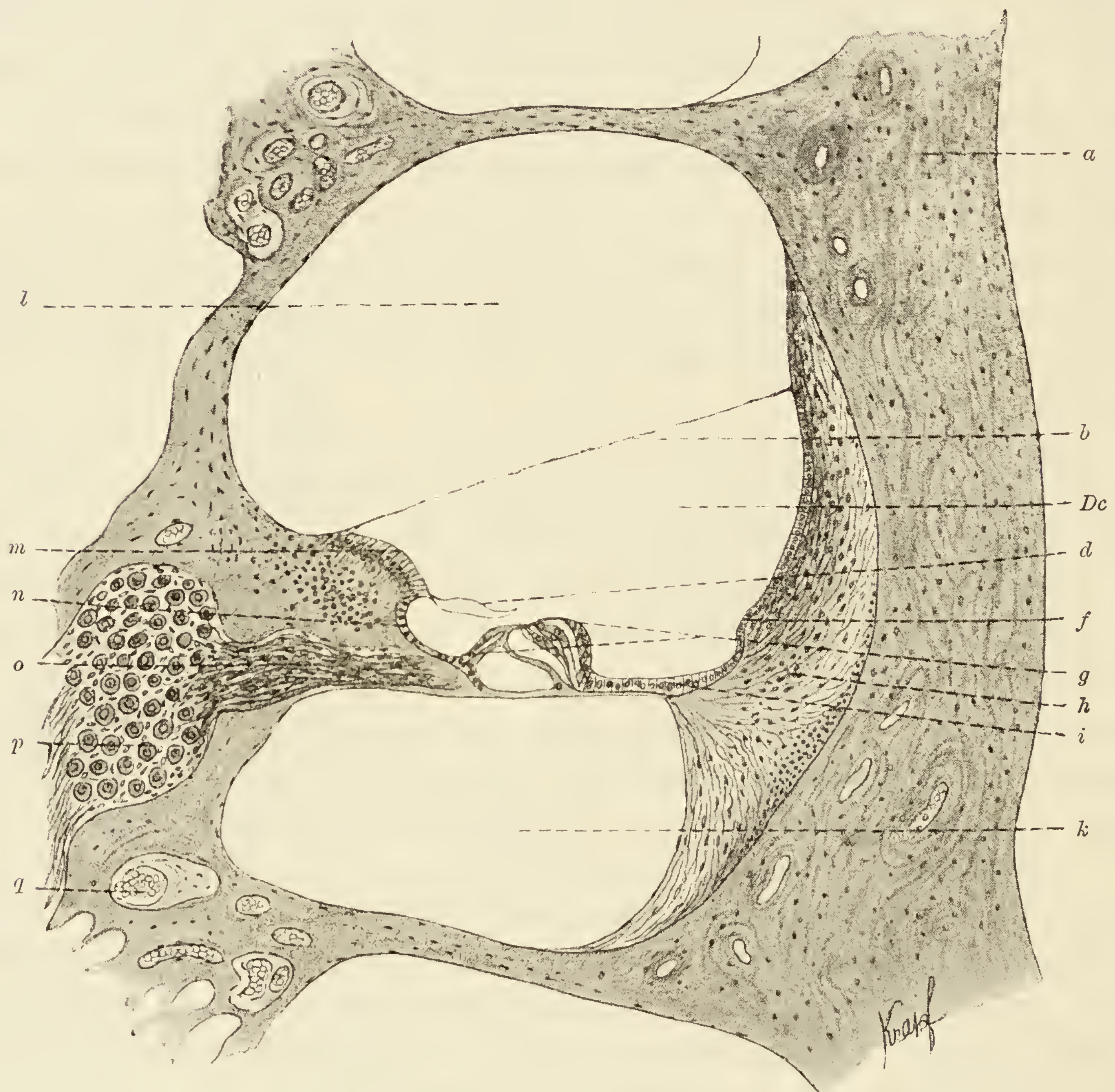


Fig. 248.

Schnitt durch die knöcherne und häutige Schnecke eines Meerschweinchens. 90mal vergr.

l Skala vestibuli; *m* Labium vestibulare des Limbus; *n* Sulcus spiralis internus; *o* Nervenfasern in der Lamina spiralis gelegen; *p* Ganglionzellen; *q* Blutgefäss; *a* Knochen; *b* Reissner'sche Membran; *Dc* Ductus cochlearis; *d* Corti'sche Membran; *f* Prominentia spiralis; *g* Corti'sches Organ; *h* Ligamentum spirale; *i* Crista basilaris; *k* Skala tympani.

Bindegewebe zeigen, der Art, dass die hier vorhandenen Gefässkapillaren sich bis in das Epithel erstrecken. Auf der Prominentia spiralis sind die Zellen viel niederer, werden im Sulcus spiralis externus abermals höher und gehen dann allmählich in cylindrische Elemente der Crista basilaris und in jene des angrenzenden Theiles der Lamina basilaris (Claudius'sche Zellen) (Fig. 248 *i*) über.

Der bindegewebige Bestandtheil der tympanalen Wand des Ductus cochlearis wird als Lamina basilaris bezeichnet. Diese Lamina basilaris heftet sich aussen an die Crista basilaris des Lig. spirale, innen, d. h. gegen die Lamina spiralis ossea zu, an das Labium tympanicum des gleich zu erwähnenden Limbus spiralis an.

Die Lamina spiralis ossea besteht bekanntlich aus zwei Knochenplättchen, welche die Ausbreitung des N. cochlearis zwischen sich fassen. Die vestibulare Fläche der Lamina spiralis ossea ist vom Periost bekleidet, welches in ein eigenthümliches Gewebe, den Limbus spiralis übergeht. Der letztere beginnt am Ansatze der Reissner'schen Membran, läuft peripheriewärts (nach aussen) in zwei Leisten aus, von welchen die eine, kürzere, in den Binnenraum des Ductus cochlearis hervorragt und in die Corti'sche Membran sich fortsetzt (Labium vestibulare); die andere, längere, schliesst sich der Wandung der Scala tympani an und setzt sich in die Lamina basilaris fort (Labium tympanicum). Zwischen den beiden Leisten befindet sich eine nach aussen konkave Rinne, der Sulcus spiralis internus (Fig. 248). Unter Limbus spiralis verstehen wir also die im Bereich des Ductus cochlearis, dem Perioste der Lamina spiralis ossea sich anschliessenden Bindegewebsformationen, von der Ansatzstelle der Membrana vestibularis bis zum Labium vestibulare inklusive. Das Gewebe des Limbus spiralis ist fest und zellenreich und erinnert in seiner Beschaffenheit an die Grundschicht der Hornhaut. Bei oberflächlicher Betrachtung meint man ein hohes cylindrisches Epithel vor sich zu haben. Bei näherer Besichtigung stellt es sich aber heraus, dass die zelligen Elemente von Fasern durchzogen werden, die bis zur Oberfläche reichen. Manche Forscher halten dieses Gewebe für Bindegewebsknorpel; andere dagegen halten es für ein Gewebe sui generis, bestehend aus von Bindegewebsfasern durchzogenen Epithelzellen. Betrachtet man das Labium vestibulare des Limbus spiralis von der vestibularen Fläche aus, so sieht man am inneren Theil desselben (an der Membrana vestibularis) eine Reihe unregelmässiger Höcker, an der Aussenseite hingegen radiär verlaufende längliche Wülste, die sogenannten Gehörzähne von Huschke.

Die bindegewebige Wandung des Sulcus spiralis internus besteht aus kernlosem, fibrillärem Gewebe, welches in das Labium tympanicum sich fortsetzt. Letzteres wird von durchtretenden Nerven perforirt und es entstehen dadurch an dieser Stelle die Foramina nervosa.

Das Gewebe der Labium tympanicum des Limbus setzt sich, wie erwähnt, in die Lamina basilaris, welche zwischen dem Labium tympanicum und der Crista basilaris des Ligamentum spirale ausgespannt ist, fort. An der Membrana basilaris unterscheiden wir die gegen das Innere des Ductus cochlearis gerichtete Fläche als die cochleare, die andere, gegen die Scala Tympani sehende, als tympanale. Der Schichtung nach zeigt die Lamina basilaris 1. die Lamina basilaris propria; diese besteht a) aus radiär ver-

laufenden Fasern (Basilarfasern, Gehörsaiten); b) aus zwei dünnen Lagen homogener Substanz, von welchen die tympanale dünner ist als die cochleare (letztere ist auch kernführend), und c) aus einer feinen, auf der cochlearen Seite gelegenen Cuticula, von epithelialer Herkunft (s. u.); 2. die tympanale Belegschicht. Sie ist im jugendlichen Alter mächtig entwickelt, wird später dünner und lässt a) eine bindegewebige, als Fortsetzung des Periostes des tympanalen Theiles der Lamina spiralis ossea aufzufassende innere Lage, und b) eine flache zur Auskleidung des perilymphatischen Raumes der Scala tympani gehörende äussere Epithelschicht unterscheiden. In der Nähe des Labium tympanicum verläuft in der tympanalen Belegschicht der Lamina basilaris ein Gefäss, das Vas spirale.

Das oberflächliche Epithel des Limbus spiralis zwischen der Ansatzstelle der Reissner'schen Membran und dem Labium vestibulare ist ein flaches und bekleidet in kontinuirlicher Schicht die Gehörzähne und die dazwischen befindlichen Thäler. — Das Epithel des Sulcus spiralis internus ist etwas höher.

a) Organon spirale (Cortii).

Im Gebiete des Labium tympanicum des Limbus spiralis und des grösseren Abschnittes der anschliessenden L. basilaris ist das Epithel des Ductus cochlearis eigenthümlich modifizirt. Es stellt hier das Endausbreitungsgebiet des Nervus cochlearis dar und wird als Organon spirale Cortii bezeichnet; es ist ein Neuroepithel.

Das Organon Cortii wird in radiärer Richtung (von der Achse zur Peripherie der Schnecke) in drei Abschnitte eingetheilt. Zum inneren Abschnitt gehören 1. die inneren Stütz- und 2. die inneren Hörzellen; zum mittleren gehört der Corti'sche Bogen; zum äusseren 1. die äusseren Hörzellen und 2. die äusseren (Deiters'sche) Stützzellen.

Mit dem Corti'schen Organ stehen noch zwei Membranen cuticularen Ursprunges in Beziehung, die Lamina reticularis und die Membrana tectoria oder die Corti'sche Membran.

Verfolgt man an der Hand der Fig. 249 das Epithel des Corti'schen Organs vom Sulcus spiralis internus an (in der Figur rechts), so sieht man, wie das erst flache Epithel sich wallartig erhebt, indem die Zellen höher werden. Es sind hier zwei Arten von Zellen zu unterscheiden, Stützzellen und innere Hörzellen. Die Stützzellen folgen auf die flachen Zellen zuerst, werden von innen nach aussen allmählich höher und zeigen sich in 3—4 Reihen. An sie schliessen sich nach aussen die inneren Hörzellen an. Es sind cylindrische, basal etwas verdickte und abgerundete Elemente, ihr Kern ist basal gelegen. Sie reichen nicht bis zur Lamina basilaris, sondern hören etwa in der Höhe der Mitte des inneren Pfeilers auf. An der freien Fläche zeigen sie einen elliptischen Cuticularraum, der etwas breiter ist als die Endfläche der Zelle selbst. Auf diesem elliptischen Saume tragen die

Zellen beim Menschen cirka 20 steife Härchen, die Hörhaare. Letztere stehen auf dem Saume in einer geraden oder nach aussen schwach konvexen Linie.

Es folgt der mittlere Abschnitt des Corti'schen Organs, der Corti'sche Bogen. Dieser besteht aus langen, schlanken, der L. basilaris gespreizt aufsitzenden und auf ihrer vestibularen Seite sich bogenförmig verbindenden Gebilde in sich, die man Pfeilerzellen oder kurz Pfeiler nennt. Sie überspannen, indem sie sich mit ihren freien Enden verbinden, einen Raum, der, wie Fig. 249 sehen lässt, im Durchschnitt dreieckig erscheint. Es ist der Corti'sche Tunnel.

Man hat nach der Lage innere und äussere Pfeiler zu unterscheiden; die inneren sind zahlreicher als die äusseren. In der ganzen Aus-

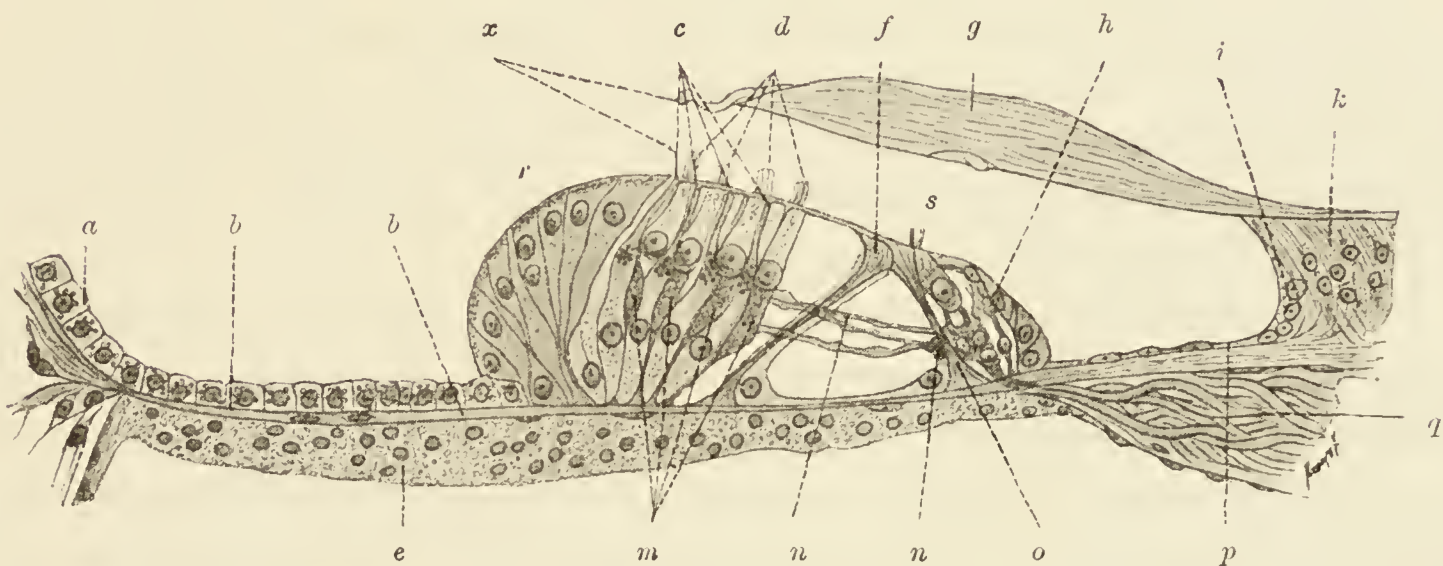


Fig. 249.

Kopie nach Retzius, auf die Hälfte reduzirt.

An der Stelle *x* ist die Corti'sche Membran abgehoben; *c* äussere Stützzellen; *d* äussere Hörzellen; *f* äussere Pfeilerzelle; *g* Corti'sche Membran; *h* innere Stützzellen; *i*, *p* Epithel des Sulcus spiralis internus; *k* Labium vestibulare; *e* tympanale Belegschichte; *m* äussere Hörzellen; *n n* Nervenfasern, welche durch den Corti'schen Tunnel ziehen; *o* innere Pfeilerzelle; *q* Nerv; *b* Basilarplatte; *a* Epithel des Sulcus spiralis externus; *r* Hensen'sehe Zellen; *s* innere Hörzelle.

dehnung der Lamina spiralis membranacea hat man etwa 6000 innere auf 4500 äussere anzunehmen.

Jede Pfeilerzelle ist aus einer Epithelzelle hervorgegangen. Man unterscheidet daran 1. einen protoplasmatischen, den Kern enthaltenden Theil, der als Rest der Bildungszelle aufgefasst werden kann (Bodenzelle) und 2. die von der Bildungszelle produzirten Cuticularbildungen, d. h. den langgestreckten Haupttheil der Pfeilerzellen, den Pfeiler, S. str. Die freien, aber sich unter einander verbindenden Enden nennt man die Köpfe der Pfeiler. Der Kopf des inneren Pfeilers trägt einen platten nach aussen gerichteten Fortsatz, der mit der Achse dieses Pfeilers einen stumpfen Winkel bildet. Unter dieser Platte, an der Aussenseite des Kopfes des inneren Pfeilers, befindet sich eine Pfanne, gegen welche der Kopf des äusseren Pfeilers einlenkt. Auch der Kopf des letzteren läuft nach aussen in eine Phalangenplatte aus, die an ihrem Ende einen dünneren Fortsatz Phalangenfortsatz (Ruder-

fortsatz) besitzt. Derselbe liegt ebenso wie die Platte unter der Kopfplatte des inneren Pfeilers, erstreckt sich aber etwas weiter nach aussen als die letztere und bildet mit dem Kopfe des äusseren Pfeilers einen spitzen Winkel. Auf der inneren Seite des Kopfes befindet sich eine konvexe Gelenkfläche, mit welcher in der Regel zwei, seltener drei Gelenkflächen der inneren Pfeiler in Berührung kommen.

Aeussere und innere Pfeiler erscheinen undeutlich longitudinal gestrichelt, und ihre Fussplatten setzen sich in die äusserst feine, bereits erwähnte Cuticula fort, welche die Basilarlamelle bekleidet. Der innere Rand der Fussplatte des inneren Pfeilers grenzt an die Foramina nervosa an; der äussere Rand der Fussplatte des äusseren Pfeilers stösst an das basale Ende der am weitesten nach innen gelegenen Deiters'schen Zelle des äusseren Abschnittes des Corti'schen Organs.

Die als Bodenzellen bezeichneten protoplasmatischen Bestandtheile der Pfeilerzellen, welche ebenfalls in innere und äussere eingetheilt werden, liegen an der Fussplatte der entsprechenden Pfeiler, an der Basilarlamelle und überziehen zum Theil die Körper der Pfeiler, namentlich an der dem Tunnel zugekehrten Seite.

Zum Verständnisse der gegenseitigen Lage der inneren Hörzellen zu den inneren Pfeilern sei jetzt erwähnt, dass auf zwei innere Pfeiler etwa eine Hörzelle zu liegen kommt.

Der äussere Abschnitt des Corti'schen Organs schliesst sich unmittelbar an die äusseren Pfeilerzellen an und besteht aus vier Reihen von Hörzellen und aus vier mit den letzteren in bestimmter Weise alternirenden Reihen von Stützzellen (Deiters'sche Zellen). An die zu äusserst gelegenen Deiters'schen Zellen, stossen nach aussen weitere Stützzellen an, die man Hensen'sche Zellen nennt.

Die äusseren Hörzellen haben einen ähnlich gebauten, aber schlankeren Körper, als die inneren gleichnamigen Elemente. Sie reichen nicht bis zur Lamina basilaris, sondern hören früher auf, und zwar in einer Entfernung von derselben, welche der doppelten Höhe der Zellen annähernd gleichkommt. Ihr Cuticularsaum hat ebenfalls die Form einer Ellipse, deren Längsachse radiär gerichtet ist. Auf der Oberfläche des Saumes befinden sich auch hier ca. 20 steife Hörhaare, die in einem stark nach aussen konvexen Bogen gestellt sind. In einer geringen Entfernung von dem Deckel ist ein eigenthümlicher, nur den äusseren Hörzellen zukommender, runder Körper vorhanden, dessen Bedeutung räthselhaft ist.

Die äusseren Stützzellen, Deiters'schen Zellen, sitzen der Lamina basilaris an und haben eine ausgesprochene flaschenförmige Gestalt mit einem engen Hals (Phalangenfortsatz), welch' letzterer zwischen den Hörzellen gelegen ist. Ihr Kern liegt im oberen Theile des dickeren Abschnittes der Zelle.

Eine Eigenthümlichkeit dieser Zellen ist eine Cuticularbildung, welche in Gestalt eines dünnen Fadens (Stützfaden), sowohl in der Zelle selbst,

als auch ausserhalb derselben, an ihrer Oberfläche verläuft. Der Stützfaden beginnt ungefähr in der Mitte des dickeren Abschnittes der Zelle (mehr nach innen davon) und verläuft zunächst in der Zelle selbst, tritt dann an deren Oberfläche, begiebt sich in den Phalangenfortsatz und verbreitert sich schliesslich zu einer Platte (Phalangenplatte). Letztere ist breiter als der Phalangenfortsatz und da, wie wir sehen werden, die Phalangenplatten unter einander und mit den Cuticularsäumen der äusseren Hörzellen in Verbindung stehen, so bleibt zwischen den Deiters'schen Zellen und den Hörzellen ein Raum bestehen, der auch zwischen dem äusseren Pfeiler und den zu innerst gelegenen äusseren Hörzellen vorhanden ist (Nuel'scher Raum). Dem Basaltheile der inneren Deiters'schen Zellen schliesst sich die Fussplatte des äusseren Pfeilers an.

Auf die äusseren Stützzellen folgen die Hensen'schen Zellen, etwa acht in radiärer Richtung. Sie bilden einen Wulst, der innen am höchsten ist, um dann nach aussen allmählich abzufallen. Die etwas verschmälerten Basen sämmtlicher Hensen'schen Zellen erreichen wahrscheinlich alle die L. basilaris. Die freie Oberfläche der Zellen weist ebenfalls ein dünnes cuticulares Häutchen auf. Beim Menschen enthalten die Hensen'schen Zellen gewöhnlich gelbes Pigment (beim Meerschweinchen in der Regel Fett, beim Kaninchen enthalten sie ein Rudiment eines Stützfadens). Nach aussen gehen die Hensen'schen Zellen in mehr kubische Elemente über — die Claudiusschen Zellen (etwa 10 Reihen in radiärer Richtung). Die Oberfläche dieser letzteren besitzt ebenfalls einen cuticularen Saum; ihr Kern ist in der Mitte der Zelle; Pigment ist auch hier vorhanden. Zwischen diesen Zellen kommen mitunter dunkel aussehende Elemente eingeschaltet vor, deren Kern mehr basal zu liegen pflegt, wodurch eine Zweischichtigkeit des Epithels vorgetäuscht werden kann (Böttcher'sche Zellen).

Wir haben bis jetzt die Zellen, welche das Corti'sche Organ zusammensetzen, einzeln besprochen und über ihre gegenseitige Lage d. h. die Aufeinanderfolge in der Richtung von innen nach aussen (radiäre Richtung) das nöthig Scheinende gesagt. Um aber ganz orientirt zu sein, muss der oberflächliche Anschluss der Zellen aneinander auch in der Richtung der Spiralwindung der Schnecke berücksichtigt werden.

Die Oberflächenansicht des Corti'schen Organs zeigt von innen nach aussen Folgendes: an die Epithelien des Sulcus spiralis internus schliessen sich die etwas breiteren hexagonalen Umrisse der inneren Stützzellen an, welche in einer, in spiraler Richtung etwas wellig verlaufenden Linie nach aussen abschliessen. An diese Linie grenzen die Konturen der Cuticularsäume der inneren Hörzellen an. Die äusseren Konturen der Säume kommen in Berührung mit den Kopfplatten der inneren Pfeiler (je ein Cuticularsaum einer Hörzelle mit mindestens zwei Kopfplatten). Die nach aussen gerichteten Fortsätze der Kopfplatten der äusseren Pfeiler berühren sich gegenseitig und schliessen mit einer spiraligen (für kurze Strecken gerade erscheinenden) Linie

ab. Die Kopfplatten der inneren Pfeiler bedecken einerseits die sich ebenfalls berührenden Kopfplatten der inneren Pfeiler ganz, andererseits auch den schmäleren, ruderförmigen Phalangenfortsatz der letzteren derart, dass das Stück des Phalangenfortsatzes die ebenerwähnte Linie nach aussen überschreitet. Erwähnt muss werden, dass etwa auf drei Kopfplatten der inneren Pfeiler zwei Platten resp. Phalangenfortsätze der äusseren Pfeiler kommen. Zwischen den Phalangenfortsätzen befinden sich Räume, welche von aussen durch die Phalangenplatten der ersten Reihe der Deiters'schen Zellen geschlossen werden. Die Räume zwischen den letzteren werden von den Phalangenplatten der 2. Reihe der Deiters'schen Zellen begrenzt u. s. w. Die Räume zwischen den Phalangenplatten der vorletzten Reihe der Deiters'schen Zellen werden durch die unregelmässigen Platten der letzten äussersten Deiters'schen Zellen, welche in spiraliger Richtung aneinander stossen (Schlussrahmen Deiters) geschlossen. Zwischen der äusseren Begrenzung der Kopfplatten, den Ruderfortsätzen und den Phalangenplattenreihen muss man sich vier Reihen von Lücken vorstellen, welche in der Art der gleichfarbigen Felder eines Schachbrettes alterniren und durch die Cuticularsäume der äusseren Hörzellen ausgefüllt sind. An die auffallend unregelmässigen Phalangenplatten der äussersten Deiters-schen Zellen (Schlussrahmen Deiters) schliessen sich die Hensen'schen Zellen an, die, von der Oberfläche gesehen, unregelmässige Polygone darstellen.

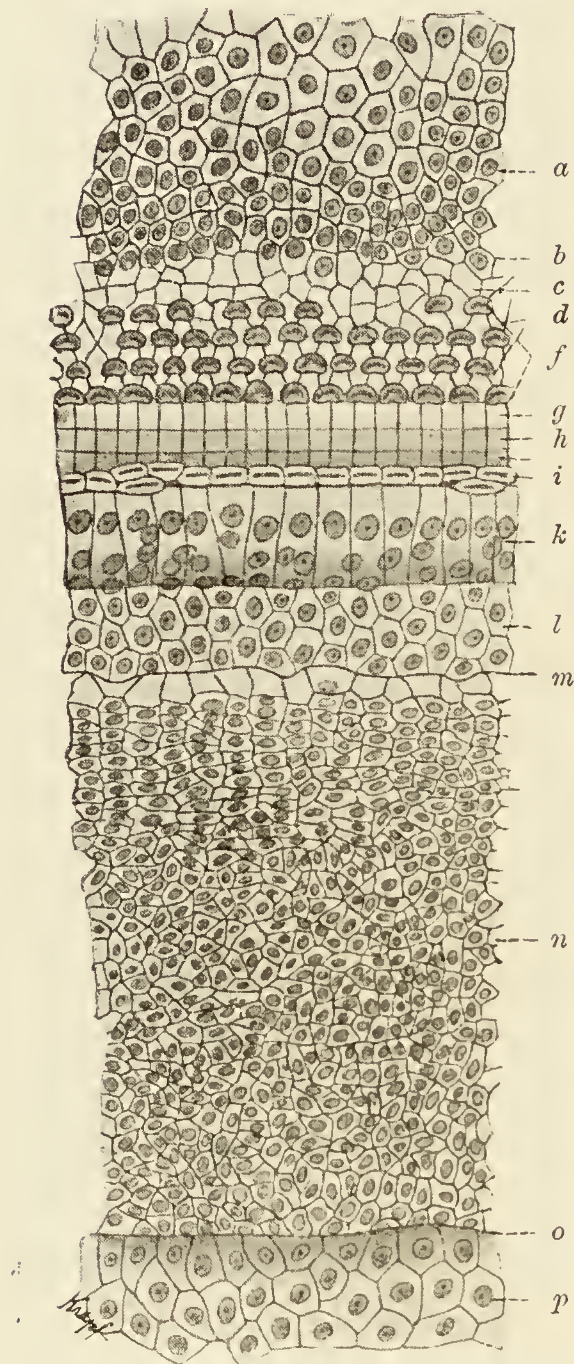


Fig. 250.

Oberfläche des Corti'schen Organs sammt ihrer Umgebung aus der Basalwindung eines neugebornen Kindes. Die Originalzeichnung auf die Hälfte reduzirt (nach Retzius 84).

a Epithel des Sulcus spiralis externus; *b* Hensen'sche Zellen; *c* Schlussrahmen; *d* Phalangen; *f* äussere Hörzellen; *g* platte Fortsätze der äusseren Pfeilerzellen; *h* platte Fortsätze der inneren Pfeilerzellen; *i* innere Hörzellen; *k* innere Stützzellen; *l* Epithel des Sulcus spiralis internus; *m* Rand des Labium vestibulare; *n* Epithel des Limbus laminae spiralis; *o* Ansatzlinie der Membrana Reissneri; *p* Epithel der Membrana Reissneri, letztere umgeklappt.

Diese Anordnung ist wohl nur selten in der geschilderten Regelmässigkeit anzutreffen. Die Beziehungen der Zellen zu einander entsprechen aber immer dem gegebenen Schema.

Die Membrana tectoria Cortii ist am Limbus spiralis befestigt, wird an der Kante des Labium vestibulare desselben frei, verdickt sich bedeutend, um am freien Ende sich wieder zu verjüngen (Randstrang in Fig. 249 bei x). Demnach kann man an ihr eine innere befestigte und eine äussere freie Zone unterscheiden. Sie ist kernlos und in radiärer

Richtung fein gestrichelt. Ihr freier Theil zieht über den Sulcus spiralis internus und liegt dem Corti'schen Organe auf. Der äussere Rand reicht bis zu den Hensen'schen Zellen. Die Entwickelung dieser Membran ist noch nicht klargelegt; wahrscheinlich ist sie als eine nach aussen verschobene Cuticularbildung der Zellen des Limbus spiralis aufzufassen. (Diese Auffassung ist in der jüngsten Zeit bestätigt worden. Exner.)

Im Kuppel- und Vorhofblindsack geht das Neuroepithel in ein indifferentes über.

b) Nerven und Blutgefässe der Schnecke.

Der N. acusticus bildet im Canalis spiralis modioli ein Ganglion, das Ganglion spirale cochleae. Dasselbe besteht aus bipolaren

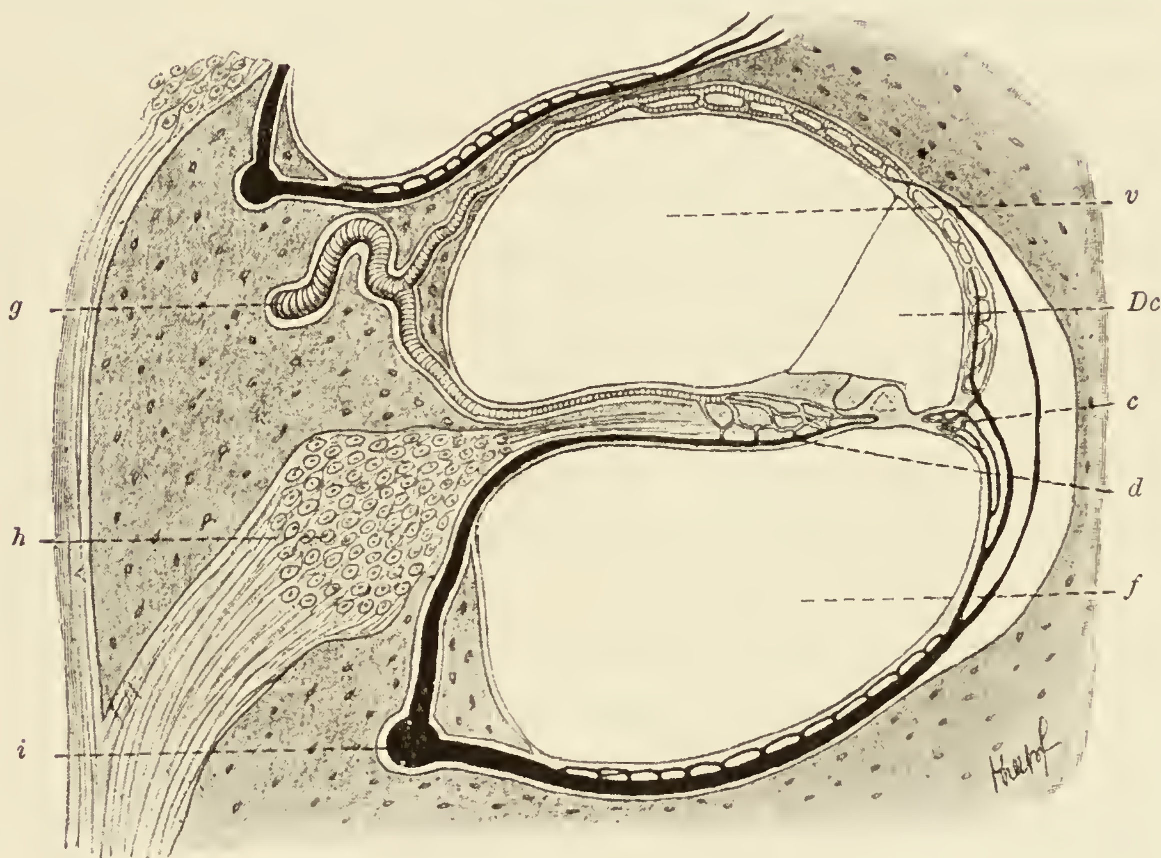


Fig. 251.

Schema der Gefässverbreitung im Labyrinthe, nach Eichler.

g Arterie; *h* Ganglion spirale; *i* Vene; *v* Scala vestibuli; *Dc* Ductus cochlearis; *c* Gefässkapillaren im Ligamentum spirale; *d* Gefässkapillaren im Limbus spiralis; *f* Scala tympani.

Ganglienzellen. Am äusseren Rande des Ganglions verläuft spiralig ein Bündel markhaltiger Nervenfasern, welche sich nach der Spitze der Schnecke zu allmählich verjüngen, um dort zu verschwinden. Aus dem Ganglion spirale entspringen Bündel markhaltiger Fasern, welche innerhalb der Lamina spiralis ossea nach aussen verlaufen und in der äusseren Partie derselben einen engmaschigen Plexus bilden, aus welchem erst Nerven durch die Foramina nervosa des Labium tympanicum zum Corti'schen Organe sich begeben. Die gröberen Faserbündel innerhalb des Corti'schen Organes sind: 1. ein spiral verlaufendes Bündel an der äusseren Seite des inneren Pfeilers, Tunnelstrang (Retzius); (ein ähnliches Bündel liegt beim Kaninchen auf der

inneren Seite des Innenpfeilers; 2. spiralig verlaufende Züge, die am inneren Rande der Deiters'schen Zellen verlaufen; 3. feinere Nervenfasern, die durch den Corti'schen Tunnel und durch den Nuel'schen Raum ziehen.

Ueber die Beziehungen der Nerven zu den Hörzellen des Corti'schen Organes ist bis jetzt mit der Golgi'schen Methode soviel wie nichts ermittelt worden; es wird sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen lassen, dass sich an den Basen der Hörzellen plexiforme Ausbreitungen finden, von welchen Nervenfäserchen ausgehen, die diese Zellen mit Telodendrien umspinnen.

Ueber die Blutgefässe des häutigen Labyrinthes erwähnen wir, dass die A. auditiva interna aus der A. basilaris kommt und sich in die Rami vestibulares und Rami cochleares theilt. Die Zweige der ersteren begleiten die Aeste des Acusticus bis zum Utriculus und Sacculus. An den Maculae und an den Cristae sind die Kapillarnetze zahlreich und engmaschig, weitmaschig dagegen an den übrigen Theilen des Utriculus, Sacculus und den Bogengängen. — Der R. cochlearis begleitet die Aeste des Acusticus bis zur ersten Schneckenwindung; die für die übrigen Windungen bestimmten Arterien treten in die Achse des Modiolus ein, in welchem sie in zahlreiche Aestchen zerfallen, welche sich eigenthümlich aufrollen und auf diese Weise die sogen. Glomeruli arteriosi cochleae bilden. Aus den letzteren treten Aeste in die vestibulare Wand der Lamina spiralis ossea ein und versorgen dort den Limbus spiralis und das spärliche Bindegewebe der M. vestibularis. Andere Aeste umgreifen die Scala vestibuli, versorgen die Wandung derselben und ziehen weiter bis zum Lig. spirale, zur Stria vascularis und zur L. basilaris.

Die Venenstämme liegen in der Nähe der Arterien und erhalten ihr Blut 1. aus den Venen, die an der tympanalen Fläche der Lamina spiralis liegen, und 2. aus den Venen, welche die äussere Wand der Scala tympani umkreisen. Die ersteren beziehen ihr Blut aus Kapillaren des Limbus spiralis, letztere hauptsächlich aus dem Gebiete des Lig. spirale und der Membrana basilaris.

Aus dieser Beschreibung geht also hervor, dass die arteriellen Bahnen an die Scala vestibuli, die venösen an die Scala tympani gebunden sind, und dass der innere durch die Lamina spiralis und Limbus spiralis ziehende Blutstrom von dem der beiden Scalae, des Lig. spirale und der Crista basilaris geschieden ist (Eichler).

Das ganze häutige Labyrinth wird von Endolymphe ausgefüllt. Der Ductus endolymphaticus ist ein Seitenkanal, der unter der Dura mit einem Saccus endolymphaticus endet. Am letzteren ist eine Anzahl seitlicher epithelialer Röhrchen vorhanden, welche unmittelbar an Lymphbahnen grenzen und mit den letzteren durch interepitheliale (intercelluläre Räume) in Verbindung treten sollen (Rüdinger 88). — Für die Perilymphe kommen folgende Auswege in Betracht: für die des Vorhofs ziehen, entlang der Nervenscheiden der Nerven für die Maculae und Cristae, Ausführwege, welche mit dem Subdural- oder dem Subarachnoidalraume in Verbindung stehen. Für

die der Schnecke kommt hier das adventitielle Gewebe der Vena aquaeductus cochleae in Betracht, dessen Lymphgefässe in subperiostale Lymphgefässe in der Nähe des inneren Randes der Fossa jugularis ihren Abfluss finden.

4. Einiges über die Entwickelung des Labyrinthes.

Das häutige Labyrinth entsteht aus dem Ektoderm, beim Menschen in der vierten Woche des Embryonallebens, als eine einschichtige epitheliale Blase. Die letztere schnürt sich vom Ektoderm ab, liegt dann in der Höhe des Nachhirns und ist vom Mesenchym umgeben. Dorso-medial bildet die Gehörblase eine Ausstülpung, die allmählich weiter wächst und sich schliesslich zum Ductus endolymphaticus (Recessus labyrinthi) herausbildet. An der ventralen Wand der Blase bildet sich ebenfalls eine Ausstülpung, der Recessus cochleae. Gleichzeitig stülpt sich die mediale Wand der Blase in dieselbe etwas hinein, wodurch sie zunächst unvollkommen in zwei Abschnitte zerlegt wird — in den dorsalen Utriculus und in den ventralen Sacculus. Aus dem utrikularen Abschnitt entsteht eine horizontal gelegene, flache und breite taschenförmige Ausstülpung — die Anlage des lateralen halbzirkelförmigen Kanals, bald darauf eine vertikale etwas breitere — die Anlage der beiden anderen Kanäle. Der Rand dieser Taschen bläht sich etwas auf, während in der mittleren Partie der beiden Blätter die Ausstülpungen sich aneinander legen, miteinander verkleben und schliesslich resorbirt werden. — An der vertikalen Anlage befinden sich zwei solcher Verklebungsstellen, wodurch hier zwei Kanäle, der obere und der hintere entstehen, die einen gemeinsamen Schenkel aufweisen.

Der Recessus cochleae wächst in die Länge und windet sich dabei spiralig.

In der unmittelbaren Umgebung des häutigen Labyrinthes differenzirt sich das Mesenchym zur bindegewebigen Wandung des letzteren. Die darauf folgenden Schichten des Mesenchyms (mit Ausnahme derjenigen Stellen, an welchen sich das häutige Labyrinth an das knöcherne anlegen wird) wandeln sich in Gallertgewebe um. Dieses wird von einem kompakteren Gewebe umgeben, aus welchem zuerst Knorpel, dann Knochen und Periost entstehen und so schliesslich das knöcherne Labyrinth hervorgeht. Durch eine eigenthümliche regressive Metamorphose schwindet später das Gallertgewebe zum grössten Theile. An seiner Stelle liegen dann beim Erwachsenen die perilymphatischen Räume des Labyrinthes. (Vergl. namentlich Retzius 84, Schwalbe 87.)

Untersuchungsmethoden für das Gehörorgan.

329. Die Behandlung des äusseren und mittleren Ohres ergiebt sich von selbst. Will man das Epithel im Zusammenhange mit benachbarten Knochen studiren, z. B. dasjenige im mittleren Ohr, so fixire man zunächst und entkalke, oder behandle mit jenen Fixi ungsmethoden, welche beides zu-

gleich thun. Letztere Methode kann nur bei sehr kleinen Objekten angewandt werden.

330. Die Bearbeitung des häutigen Labyrinthes, namentlich das des Erwachsenen, ist eine sehr schwere technische Aufgabe. Die Isolation desselben aus dem Felsenbein ohne Verletzung ist nur bei älteren Föten und bei Kindern durchführbar, erfordert aber auch hier ganz genaue makroskopische Kenntnisse der Lage der Theile im Felsenbein. Günstigere Objekte geben kleinere Thiere, namentlich die Nager ab. Bei den letzteren erzeugen die halbzirkelförmigen Kanäle und die Schnecke mehr oder weniger deutliche Vorsprünge in die Paukenhöhle. Eröffnet man letztere, so kann man sich über die Lage der betreffenden Theile von aussen her orientiren. Bei Kaninchen ragt die ganze Schnecke in die Paukenhöhle vor und kann mit einem starken Messer leicht im Ganzen herausgenommen werden und da die knöcherne Schnecke bei diesem Thiere dünnwandig ist, so bietet sie auch den Entkalkungsflüssigkeiten (man verwende z. B. eine 3 % Salpetersäure) nur wenig Widerstand.

331. Nach Ranvier (**89**) eröffnet man die Schnecke mit einem Skalpell unter einer Lösung von einer 2 % Osmiumsäure in physiol. Kochsalzlösung. Nach 12 Stunden überträgt man die Schnecke behufs Entkalkung in eine 2%ige, oft zu wechselnde Chromsäure. Für Meerschweinchen z. B. dauert die Entkalkung eine ganze Woche.

332. Nach Retzius (**84**) behandelt man die eröffnete Schnecke eine halbe Stunde mit einer ½ % wässerigen Osmiumsäure und ebensolange mit einer ½ % Goldchloridlösung. Das Corti'sche Organ wird herauspräparirt und im Ganzen untersucht, oder nach einer sorgfältigen Entfernung der Knochen auch geschnitten.

333. Das Labyrinth des erwachsenen Menschen wird in der Regel in folgender Weise bearbeitet: zunächst wird die Felsenbeinpyramide abgetrennt und der obere Bogengang und die Schnecke unter Müller'scher Flüssigkeit eröffnet; darin wird die Felsenbeinpyramide 3 Wochen lang belassen; die Flüssigkeit wird in der ersten Woche alle Tage, in den folgenden Wochen alle 2 Tage gewechselt. Das Präparat wird nun 24 Stunden in fliessendem Wasser ausgewaschen, in 80 % Alkohol auf 14 Tage und in 96 % Spiritus auf 2 Tage gebracht. Erst jetzt wird das Präparat entkalkt und zwar mit einer 5 % Salpetersäure, welche man täglich zu wechseln hat (10 Tage bis 2 Wochen). Nun wäscht man 2 Tage in fliessendem Wasser aus, überträgt für 24 Stunden in 80 %, dann für 6—8 Tage in 96 % Alkohol und beginnt das Präparat mit Celloidin zu durchtränken. (A. Scheibe.)

334. Auch die folgende Methode wird hier mit Erfolg angewandt: die abgetrennte Pyramide mit eröffnetem Bogengang und Schnecke werden 2 Tage bei Zimmertemperatur und dann 3 Wochen lang im Thermostat (23 ° C.) mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt. Die letztere ist während dieser Zeit zu wechseln. Dann wird 48 Stunden in fliessendem Wasser ausgewaschen, 14 Tage mit 80 %, dann 8 Tage mit 96 % Spiritus behandelt, dann entkalkt und wie bei der vorigen Methode weiter behandelt.

335. Bis jetzt hat man in der Regel in Celloidin geschnitten. Aber auch die kombinirte Celloidin-Paraffin-Methode wird sich hier mit gutem Erfolge anwenden lassen.

336. Die Nerven der Embryonen und jüngeren Föten werden mit Golgi's Methoden bearbeitet. (T. 290.)

X. Das Geruchsorgan.

Die Nasenhöhle zerfällt in: 1. den Vorhof, 2. die Regio respiratoria mit den Nebenhöhlen der Nase und 3. die Regio olfactoria.

Der Vorhof hat ein geschichtetes Pflasterepithel. In der Nähe des äusseren Nasenloches sind Haare, Vibrissae, vorhanden, deren Talgdrüsen stark entwickelt sind. In der Höhe des Knorpels treten Schleimdrüsen auf. Das geschichtete Pflasterepithel hört am vorderen Ende der inneren Muschel und des unteren Nasenganges auf.

Die Regio respiratoria besitzt ein zweizeiliges Flimmerepithel mit Becherzellen; der Flimmerstrom geht nach den Choanen. Im Epithel und im Stratum proprium befinden sich in der Regel zahlreiche Leukocyten. Die hier vorhandenen alveolären, zusammengesetzten Drüsen sind gemischter Natur (muköse und seröse). In der Lamina propria findet man mächtige, namentlich venöse Gefässgeflechte.

Die Nebenhöhlen haben ebenfalls ein flimmerndes Epithel, dessen Flimmerstrom nach aussen gerichtet ist.

Die Regio olfactoria ist hauptsächlich auf die obere Muschel und auf die gegenüberliegende Nasenscheidewand beschränkt. Man findet jedoch in der unmittelbaren Nähe der Olfactoriusregion kleine, wie abgesprengte Inseln desselben Charakters, welche entweder ganz isolirt sind oder mit dem Haupttheil durch schmale Brücken in Verbindung stehen. Die Regio olfactoria ist im frischen Zustande auch durch die Farbe von ihrer Umgebung unterschieden. Das Pigment ist in den gleich zu erwähnenden Stützzellen gelegen.

Das Epithel der Regio olfactoria ist ein mehrzeiliges cylindrisches, macht jedoch den Eindruck eines mehrschichtigen Cylinderepithels. Wir unterscheiden hier hauptsächlich die Riechzellen und die Stützzellen.

Die Riechzellen nehmen unter den Sinneszellen eine ganz besondere Stellung ein, indem sie, wie wir sehen werden, als wahre Ganglienzellen aufzufassen sind (v. Lenhossék). Innerhalb der Epithelschicht präsentiren sie sich als spindelförmige Zellen, deren kugeliger Kern mit einem grossen Kernkörperchen versehen und in der dicksten Stelle der Zelle gelegen ist. Die Kerne der verschiedenen Zellen liegen im mittleren Drittel des Epithels in verschiedenen Höhen. Nach der Nasenhöhle zu endet die Zelle mit einem abgestumpften Kegel, an welchem eine Anzahl steifer Härchen, die Riechhärchen, sitzen. Das basale Ende hat sich als ein echter centripetaler Nervenfortsatz, Neurit, herausgestellt, der in einem Glomerulus des Bulbus olfactorius mit Telodendrien endet (siehe p. 281).

Die Stützzellen haben mehr ovale Kerne, welche alle annähernd in gleicher Höhe gelegen sind. Nach der Oberfläche zu besitzen diese Elemente einen schmalen Cuticularsaum, nach der Basalmembran hin enden sie entweder mit zwei oder mit mehreren Füsschen. Zwischen den Basalenden dieser

Zellen finden wir eine Lage von Elementen, welche mit ihren breiten kernhaltigen Körpern der Basalmembran anliegen und, sich verschmälernd, gegen die Oberfläche hin einen kurzen Fortsatz entsenden.

Das Stratum proprium ist sehr reich an Leukocyten und enthält viele alveoläre zusammengesetzte Drüsen. Sie sind beim Menschen Eiweissdrüsen und ihre Zellen können Pigment enthalten.

Das Jacobson'sche Organ (Organon vomero-nasale N.) des Menschen enthält keine typischen Riechzellen.

Die Kapillargefässe breiten sich oberflächlich aus und liegen unmittelbar unter der Basalmembran des Epithels. Im submukösen Bindegewebe liegt ein relativ stark ausgebildeter Gefässplexus, reich an Venen, der ganz besonders mächtig an der hinteren Partie der unteren Muschel entwickelt ist und hier eine Art Schwellgewebe bildet.

Ein dichtes Lymphgefässnetz durchzieht die Schleimhaut und aus ihm fliesst die Lymphe nach dem Pharynx und nach dem Gaumen hin. Diese Lymphgefässe können vom subarachnoidalen Raum aus injizirt werden (Key und Retzius).

Die Nerven (Trigeminus) verbreiten sich im Epithel mit zahlreichen Ramifikationen, sowohl in der Regio respiratoria, als auch in der Regio olfactoria und ihre Telodendrien pflegen mit Terminalknöpfchen versehen zu sein. Ausserdem giebt es Telodendrien, die keine Endknöpfchen aufweisen.

Untersuchungsmethoden für die Nasenschleimhaut.

337. Die Nasenschleimhaut wird an Ort und Stelle mit Osmium oder mit deren Gemischen fixirt, Stücke davon hart am Knochen resp. Knorpel abgetrennt und geschnitten. Es ist zu bemerken, dass die marklosen Olfactoriusfasern bei dieser Behandlung eine bräunliche Farbe annehmen, was die Remak'schen Fasern nicht thun (Ranvier 89).

338. Will man die Epithelien isoliren, so behandle man Schleimhautstückchen mit dem 1/3-Alkohol. Dabei verkrümmen sich aber die Fortsätze der Riechzellen (Neuriten); um dieses zu vermeiden, empfiehlt Ranvier, nachdem die Epithelzellen 1—2 Stunden mit 1/3-Alkohol behandelt wurden, diese eine Viertelstunde mit einer 1 % Osmiumsäure nachzubehandeln. Setzt man die Fetzen nun in Wasser und zupft, so lassen sich die Zellen sammt ihren Fortsätzen isoliren; letztere verkrümmen sich hierbei nicht.

339. Die Methode von Golgi, auf die Schleimhaut der Nase jugendlicher Thiere und der Föten angewendet, hat hier zur Erkenntniss der bedeutungsvollen Thatsache geführt, dass die Riechzellen der Regio olfactoria peripher gelegene Ganglienzellen sind.

XI. Allgemeine Betrachtungen über die Sinnesorgane.

Wie wir sahen, ist der Bau der Sinnesapparate im Allgemeinen ein komplizirter und bis vor Kurzem war es kaum möglich, diese Verhältnisse auf einfachere Schemata zurückzuführen. Erst in der letzten Zeit, durch die Bemühungen mehrerer hervorragender Forscher, ist es einigermassen gelungen, alle Sinnesorgane unter gemeinsame Gesichtspunkte zu bringen. Wie überall, so auch hier, haben primitive Zustände auf später entstandene komplizirte Bildungen ein Licht geworfen.

So hat v. Lenhossék (**92. 1**) nachgewiesen, dass bei Lumbricus zwischen den Elementen der einschichtigen Epidermis Zellen liegen, welche sich wie Ganglienzellen verhalten, d. h. einen basalen, aber centripetalen Fortsatz besitzen, der sich gegenüber dem centralen Nervensystem (in diesem Falle der Bauchstrang) wie ein Neurit verhält, indem er mit Endramifikationen der Dendriten der Bauchstrangzellen in Kontiguität tritt. Wir hätten also hier eine peripher gelegene Ganglienzelle, die die Reize in sich aufnimmt und dieselben zum Centralorgan leitet. Es ist die einfachste Weise, auf welcher ein äusserer Eindruck central geleitet werden kann.

Ein etwas abweichendes Verhalten entsteht, wenn die früher in der Reihe der Epidermiszellen gelegene Ganglienzelle sich aus dieser Schicht etwas zurückzieht, wobei ein peripher gerichteter Fortsatz von ihr in der Reihe der Epidermiszellen liegen bleibt. Der Eindruck von aussen wird dann zuerst von diesem Fortsatz aufgenommen, passirt dann den Zellkörper und nimmt seinen weiteren Weg zum Centralorgan, wie im ersteren Falle, durch den Neuriten der Zelle, während der periphere Fortsatz der Zelle einem Dendriten (cellulipetalen Fortsatz) zu vergleichen ist (Mollusken).

Bei höheren Wirbelthieren scheinen primitive Verhältnisse im Geruchsorgan erhalten geblieben zu sein. In der Nasenschleimhaut nämlich sind die Riechzellen als peripher liegende Ganglienzellen aufzufassen, die ihre Neuriten zu den Glomerulis olfactoriis senden, in welchen deren Ramifikationen mit den Fortsätzen der Mitralzellen in Kontaktbeziehungen treten.

Wenn wir die Epidermiszellen der Haut als Elemente auffassen, welche für die Aufnahme der Reize nicht speziell befähigt sind, so liegen hier ähnliche Verhältnisse vor, wie bei den Mollusken, nur mit dem Unterschied, dass die reizaufnehmende Ganglienzelle weit von der Oberfläche entfernt, im Spinalganglion liegt, aber einen innerhalb der Epidermis sich verästelnden Dendriten besitzt.

Wenn Verhältnisse vorliegen, in welchen die Nervenzelle selbst die Reize von aussen aufnimmt und dieselben centripetal weiterleitet, so kann man einen solchen Zustand des Sinnesorgans als einen primären bezeichnen. — Treten aber von Seiten des äusseren Epithels besondere, zur Umsetzung der adäquaten Reize dienende Einrichtungen (Sinneszellen) auf, so wird das

Sinnesorgan zu einem sekundären. Im letzteren Falle wird die ursprünglich den Reiz aufnehmende Ganglienzelle nur zum Leitungsapparat, indem sie durch ihren Dendriten in Kontiguität mit der aus einer Epithelzelle hervorgegangenen Sinneszelle tritt. Eine solche Einrichtung besteht in den höheren Sinnesorganen, im Geschmacks-, Gehör- und Sehorgan: im ersteren treten die Endramifikationen der Dendriten der Nervenzellen des N. glossopharyngeus mit den Sinneszellen der Schmeckbecher in Beziehung. In der Schnecke sowohl, als in den Ampullen, umspinnen, wie anzunehmen ist, die Dendriten des Ganglion acusticum die Hörzellen (Sinneszellen). Die Zellen des Ganglion glossopharyngeum und acusticum leiten also die respektiven Erregungen zu den Zellen der Centralorgane fort.

Eine gewisse Schwierigkeit erhebt sich bei der Betrachtung der Retina; am einfachsten kann sie dadurch beseitigt werden, dass man die Sehzellen als den Reiz aufnehmende Sinneszellen, die bipolaren Zellen der inneren Körnerschicht als leitende Elemente auffasst. Die Zellen der Nervenzellenschicht der Retina wären dann als die nächst gelegenen Zellen des Centralorgans aufzufassen. (Vergl. Retzius **92. 2.**)

Litteratur-Verzeichniss.

In unserem Litteraturverzeichniss steht hinter dem Namen der Autoren eine fettgedruckte Zahl, welche die Jahreszahl, in der die betreffende Arbeit erschienen ist, bezeichnet. Die Zahlen sind abgekürzt und beziehen sich auf die Jahre des laufenden Jahrhunderts. Wenn hinter dieser Zahl noch eine fettgedruckte Zahl steht, so heisst das, dass der Autor in dem angeführten Jahre 2 oder mehr von uns citirte Arbeiten veröffentlicht hat. In dieser Beziehung folgen wir Minot, **94**. Die Abkürzungen der Zeitschriften etc. sind grösstentheils nach dem im (von der zoologischen Station in Neapel herausgegebenen) Zoologischen Jahresbericht üblich gewordenen Modus gehalten.

Affanassiew, M., **84**, Ueber den dritten Formbestandtheil des Blutes im normalen und pathologischen Zustand etc. in: Arb. Med.-Klin. Inst. Univers. München. Bd. 1. 2. Heft. p 556—592 T 15.

Altmann, R., **79**, Ueber die Verwerthbarkeit der Corrosion in der mikroskopischen Anatomie. in: Arch. Mikr. Anat. 16. Bd. p. 471—507 T 21—23.

— **92**, Ein Beitrag zur Granulalehre. in: Verh. Anat. Ges. 6. Vers. p 220—223.

— **94**, Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen p 1—160, 9 Figg. und 35 T. 2. Aufl. Leipzig.

Andres, A., W. **Giesbrecht** und P. **Mayer**, **83**, Neuerungen in der Schneidetechnik. in: Mitth. Z. Station Neapel Bd. 4 p 229—236 2 Figg.

Apáthy, Stefan, **86—87**, Methode zur Verfertigung längerer Schnittserien mit Celloidin. in: ibid. Bd. 7 p 742—748.

— **97**, Das leitende Element des Nervensystems und seine Beziehungen zu den Zellen. 1. Mitth. in: Mitth. Zool. Station Neapel. 12. Bd. p 495—748 T 23—32.

Arnold, Julius, **83**, Beobachtungen über Keim- und Kerntheilungen in den Zellen des Knochenmarkes. in: Arch. Path. Anat. 43. Bd. p 1.

— **87**, Ueber Theilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressiven und regressiven Metamorphosen. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 30 p 205—310 T 12—16.

— **96**, Zur Morphologie und Biologie der rothen Blutkörperchen. in: Arch. Path. Anat. 145 Bd. p 1—29 T 1—2.

Auerbach, L., **90**, Ueber die Blutkörperchen der Batrachier. in: Anat. Anzeiger. Jahrg. 5 p 570—578 2 Figg.

Balfour, F. M., Vergl. **Foster**.

Ballowitz, E., **88**, Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der contractilen Elemente. Theil 1. Die Spermatozoen der Vögel. in: Arch. Mikr. Anat. 32. Bd. p 402—473 T 14—18.

— **90, 1**, Das Retzius'sche Endstück der Säugethier-Spermatozoen. in: Internat. Monatsschr. Anat. Phys. 7. Bd. p 211—223 T 11.

— **90, 2**, Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen. 3. Fische, Amphibien und Reptilien. in: Arch. Mikr. Anat. 36. Bd. p 225—290 T 11, 12.

— **91**, Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen. in: Zeit. Wiss. Z. 52. Bd. p 217—293 T 13—15.

Bardeleben, Karl von und **Haeckel**, Heinrich, **94**, Atlas der topographischen Anatomie des Menschen. 128 T. Jena.

Barfurth, D., **91**, Ueber Zellbrücken glatter Muskelfasern. in: Arch. Mikr. Anat. 38. Bd. p 38—51 T 3.

— **96**, Zelllücken und Zellbrücken im Uterusepithel nach der Geburt. in: Verh. Anat. Ges. 10. Vers. p 23—26.

Barlow, Richard, **95**, Mittheilungen über Reduktion der Ueberosmiumsäure durch das Pigment der menschlichen Haut. in: Bibliotheca med. Abth. D. II. Dermatol. und Syphilis. H. 5. 10 p T 1, 2.

Benda, C., **87**, Untersuchungen über den Bau des funktionirenden Samenkanälchens einiger Säugethiere und Folgerungen für die Spermatogenese dieser Wirbelthierklasse. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 30 p 49—110 T 5—7.

Beneden, Ed. van, **83**, Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation. in: Arch. Biol. Tome 4 p. 265—758 T 10—19.

— und A. **Neyt**, **87**, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride mégalocéphale. in: Bull. Acad. Belg. (3) Tome 14 p 214—295 T 1—6.

Bergh, R. S., **94**, Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Gewebe des thierischen Körpers. p X und 1—262 138 Figg. Wiesbaden.

Berkley, Henry J., **93**, **1**, The nerves and Nerve Endings of the Mucous Layer of the ileum shown by the rapid Golgi method. in: Anat. Anzeiger. 8. Jahrg. p 12—19 4 Figg.

— **93**, **2**, Studies in the Histology of the Liver. in: Anat. Anzeiger. 8. Jahrg. p 769—792 22 Figg.

Berten, J., **95**, Hypoplasie des Schmelzes. in: D. Monatsschr. Zahnheilkunde. 13. Jahrg. p 425—439, 533—548, 587—600 T 3.

Bethe, Albrecht, **95**, Studien über das Centralnervensystem von *Carcinus Maenas* nebst Angaben über ein neues Verfahren der Methylenblaufixation. in: Arch. Mikr. Anat. 44. Bd. p 579—622.

— **96**, Eine neue Methode der Methylenblaufixation. in: Anat. Anzeiger. 12. Bd. p 438—446.

Bethe, Martin, **91**, Beiträge zur Kenntniss der Zahl- und Maassverhältnisse der rothen Blutkörperchen. in: Morph. Arb. Schwalbe 1. Bd. p 207—240 2 Taf.

Bidder, Alfred, **77**, Experimentelle Beiträge und anatomische Untersuchungen zur Lehre von der Regeneration des Knochengewebes etc. in: Archiv für klinische Chirurgie. Bd. 22 p 1—62 T 1.

Bidder, F. und C. **Kupffer**, **57**, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes p X und 1—122 5 Taf. Leipzig.

Biondi, D., **85**, Die Entwickelung der Spermatozoiden. in: Arch. Mikr. Anat. 25. Bd. p 594—620 T 26, 27 1 Fig.

Bizzozero, G., **68**, Sulla funzione ematopoetica dell midollo delle ossa. Gazzette med. Ital. Lomb. N 48.

— **82**, Ueber einen neuen Formbestandtheil des Blutes und dessen Rolle bei der Thrombose und der Blutgerinnung. in: Arch. Path. Virchow. Bd. 90 p 261—332 1 Taf.

— **84**, Sur les plaquettes du Sang des Mammifères. Gazzette degli ospedali. Citirt in: Arch. Biol. Ital. Tome 16 p 375—392 1891.

— **89**, Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut. 1. Mitth. in: Arch. Mikr. Anat. 33. Bd. p 216—246 T 14.

— **91**, Nouvelles recherches sur la moëlle des os chez les oiseaux. in: Arch. Ital. Biol. Tome 14 p 293—332 T.

— **92**, **1**, Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut. 2. Mitth. in: Arch. Mikr. Anat. 40. Bd. p 325—375 T 18, 19.

Bizzozero, G., **92, 2**, Ueber die Blutplättchen. in: Internat. Beitr. Wiss. Med. 1. Bd. p 457—477; auch in: Arch. Ital. Biol. Tome 16 p 375—392.

Böhm, A. und A. **Oppel**, **96**, Taschenbuch der mikroskopischen Technik. 3. Aufl. p I—IV und 1—224 1 Fig. München.

Bonnet, R., **78**, Studien über die Innervation der Haarbälge der Hausthiere. in: Morph. Jahrb. Bd. 4 p 329—398 T 17—19.

— **95**, Ueber „Schlussleisten" der Epithelien. in: D. med. Wochenschr. 1895.

— **96**, Ueber den Bau der Arterienwand. in: D. med. Wochenschr. Nr. 1.

Born, G., **94**, Die Struktur des Keimbläschens im Ovarialei von *Triton taeniatus*. in: Arch. Mikr. Anat. 43. Bd. p 1—79 T 1—4.

Boveri, Th., **85**, Beiträge zur Kenntniss der Nervenfasern. in: Abh. Akad. München. 15. Bd. p 421—495 2 Taf.

— **87, 1**, Ueber die Befruchtung der Eier von *Ascaris megalocephala*. in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München 3. Bd. p 71—80.

— **87,2—88**, Zellenstudien. in: Jena. Zeit. Naturw. 21. Bd. p 423—515 T 25—28 und 22. Bd. p 685—882 T 19—23.

— **88**, Die Vorgänge der Befruchtung und Zelltheilung in ihrer Beziehung zur Vererbungsfrage. in: Verh. Anthropol. Ges. München. 30. November. 13 p (Separatum) T 13, 14.

— **96**, Ueber das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies nebst allgemeinen Bemerkungen über Centrosomen und Verwandtes. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg. N. F. 29. Bd. p 1—75 1 Fig.

Brauer, August, **93**, Zur Kenntniss der Spermatogenese von *Ascaris megalocephala*. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 42 p 153—213 T 12, 13.

Brown, Robert, **29**, Mikroskopische Beobachtungen etc. aus dem Englischen übersetzt von Beilschmied. Nürnberg.

Brunn, A. v., **84**, Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihrer Entwickelung bei Säugethieren und Vögeln. in: Arch. Mikr. Anat. 23. Bd. p 108—132 T 7 A.

— **92**, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Nasenhöhle. in: Arch. Mikr. Anat. 39. Bd. p 632—651 T 29, 30.

Budge, A., **77**, Die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. in: Arch. Mikr. Anat. 14. Bd. p 65—73 T 5b.

— **79**, Weitere Mittheilungen über die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. in: ibid. 16. Bd. p 1—15 T 1.

Bühler, A., **94**, Beiträge zur Kenntniss der Eibildung beim Kaninchen und der Markstränge des Eierstockes beim Fuchs und Menschen. in: Zeit. wiss. Z. 58. Bd. p 314—339 T 18, 19.

Büngner, Otto v., **91**, Ueber die Degenerations- und Regenerationsvorgänge am Nerven nach Verletzungen. in: Beitr. Path. Anat. Ziegler 10. Bd. p 321—393 T 16, 17.

Bütschli, O., **92**, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Versuche und Beobachtungen zur Lösung der Frage nach den physikalischen Bedingungen der Lebenserscheinungen. 234 pagg 23 Figg 6 Taf. Separat-Atlas von 19 Mikrophotographieen. Leipzig.

Carrière, J., **82**, Kurze Mittheilungen zur Kenntniss der Herbst'schen und Grandry-schen Körperchen in dem Schnabel der Ente. in: Arch. Mikr. Anat. 21. Bd. p 146—164 T 6.

Cohnheim, J., **65**, Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskelfaser. in: Arch. Path. Virchow. Bd. 34 p 606—622 T 14.

— **67, 1**, Ueber Entzündung und Eiterung. in: ibid. Bd. 40 p 1—79.

— **67, 2**, Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Hornhaut. in: Arch. Path. Virchow. Bd. 38 p 343—386 2 Taf.

Cox, W. H., **91**, Imprägnation des centralen Nervensystems mit Quecksilbersalzen. in: Arch. Mikr. Anat. 37. Bd. p 16—21 T 2.

Daddi, Lamberto, **96**, Nouvelle méthode pour colorer la graisse dans les tissus. Arch. Ital. Biol. 26. Bd. p 142—146.

Davidoff, M. von, **87**, Untersuchungen über Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. in: Arch. Mikr. Anat. 29. Bd. p 495—525 T 30, 31.

Deiters, Otto, **65**, Untersuchung über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Nach dem Tode des Verf.'s herausgegeben von Max Schultze p XX und 1—318 6 Taf. Braunschweig.

Dekhuyzen, M. C., **91**, Ueber Emigration und Leukocyten. in: Verh. Anat. Ges. 5. Vers. München. p 231—241.

Demoor, Jean, **93**, Contribution à l'étude de la physiologie de la cellule (indépendence fonctionelle du protoplasme et du noyau). in: Arch. Biol. Tome 13 p 163—244 T 9, 10.

Demoor, L., **93**, Recherches sur la structure du Tissu réticulé. Arch. Biol. Tome 13 p 1—40 T. 1, 2.

Dippel, L., **82**, Das Mikroskop und seine Anwendung. 1. Th. Handb. Allg. Mikroskopie. 2. Aufl. Braunschweig.

Disse, J., **92**, Ueber die Veränderungen der Nierenepithelien bei der Sekretion. in: Anat. Hefte 1. Abth. 2. Bd. p 141—171 T 10.

Dogiel, Alexander, **85**, Ueber die Drüsen der Regio olfactoria. in: Arch. Mikr. Anat. 26. Bd. p 50—60 T 3.

Eberth, C. J., **71, 1**, Die Nebennieren. in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker. p 505—516 10 Figg. Leipzig.

— **71, 2**, Von den Blutgefässen. in: ibid. p 191—213. 13 Figg.

Ebner, V. von, **72**, Ueber die Anfänge der Speichelgänge in den Alveolen der Speicheldrüsen. in: Arch. Mikr. Anat. 8. Bd. p 481—513 T 20.

— **75**, Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz. in: Sitz.-Ber. Akad. Wien. Bd. 72 3. Abth. p 1—90 T 1—4.

— **88**, Zur Spermatogenese bei den Säugethieren. in: Arch. Mikr. Anat. 31. Bd. p 236—292 T 15—18.

— **91**, Histologie mit Einschluss der Histogenese. in: Handb. Zahnheilkunde von J. Scheff jr. 1. Bd. p 209—262 Fig. 85—107. Wien.

— **97**, Ueber die Spitzen der Geschmacksknospen. in: Sitz. Ber. Akad. Wien. 3. Abth. 106. Bd. p 73—82 1 T.

Ehrlich, P., **91**, Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes. 1. Theil p IV und 1—137. (Enthält gesammelte Abhandlungen von ihm und Arbeiten seiner Schüler Westphal, Spilling, Schwarze.)

Eichler, Oswald, **94**, Die Wege des Blutstromes durch den Vorhof und die Bogengänge des Menschen. in: Abh. math.-phys. Cl. Sächs. Ges. Wiss. 21. Bd. 8 pagg. T 1.

Enderlen, Eugen, **91**, Fasern im Knochenmarke. in: Anat. Anzeiger. 6. Jahrg. p 489—490 2 Figg.

Ewald, A. und W. **Kühne**, **74**, Die Verdauung als histologische Methode. in: Verh. Naturhist. Ver. Heidelberg (N. F.) Bd. 1 p 451—456.

Exner, Sigm., **97**, Mittheilung über: Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Corti'schen Membran von Ignaz Czinner und Viktor Hammerschlag. in: Sitz. Ber. Akad. Wien. Abth. 2a. Heft 3—4. p 183—184.

Felix, Walther, **89**, Ueber Wachsthum der quergestreiften Muskulatur nach Beobachtungen am Menschen. in: Zeit. wiss. Z. 48. Bd. p 224—258 T 15, 16.

Fick, R., **93**, Ueber die Reifung und Befruchtung des Axolotleies. in: Zeit. wiss. Z. 56. Bd. p 529—614 T 27—30.

Fischer, Alfred, **94**, Zur Kritik der Fixirungsmethoden und der Granula. in: Anat. Anzeiger 9. Bd. p 678—680.

Fischer, E., **76**, Eosin als Tinktionsmittel für mikroskopische Präparate. in: Arch. Mikr. Anat. 12. Bd. p 349—352.

Fleischl, E., **74**, Ueber die Beschaffenheit des Achsencylinders. in: Beiträge Anat. Phys. Festgabe für Karl Ludwig. p 51—55 1 Taf. Leipzig.

Flesch, Max, **80**, Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels. p 1—102 5 Taf. Würzburg.

Flemming, W., **82**, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. p VIII und 1—424 24 Figg. und 8 Taf. Leipzig.

— **84**, Mittheilungen zur Färbetechnik. in: Zeitschr. Wiss. Mikroskopie. 1. Bd. p 349—361.

— **85, 1**, Ueber die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethiereiern beim Untergang Graaf'scher Follikel. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 221—244 T 10, 11.

— **85, 2**, Studien über Regeneration der Gewebe. in: Arch. Mikr. Anat. 24. Bd. p 50—91 T 4.

— **87**, Neue Beiträge zur Kenntniss der Zellen. in: ibid. 29. Bd. p 389—463 T 23—26.

— **88**, Weitere Beobachtungen über die Entwickelung der Spermatosomen bei *Salamandra maculosa*. in: ibid. 31. Bd. p 71—97 T 7.

— **89, 1**, Ueber die Löslichkeit osmirten Fettes und Myelins in Terpentinöl. in: Zeitschr. wiss. Mikroskopie. 6. Bd. p 39—40.

— **89, 2**, Weiteres über die Entfärbung osmirten Fettes in Terpentin und anderen Substanzen. ibid. p 178—181.

— **91, 1**, Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. 2. Theil. in: Arch. Mikr. Anat. 37. Bd. p 685—751 T 38—40.

— **91, 2**, Zur Entwickelungsgeschichte der Bindegewebsfibrillen. in: Internat. Beitr. wiss. Med. 1. Bd. p 213—222 T 9.

— **91, 3**, Ueber Theilung und Kernformen bei Leukocyten und über deren Attraktionssphären. in: Arch. Mikr. Anat. 37. Bd. p 249—298 T 13, 14.

— **95**, Zur Färbung mit sehr verdünntem Hämatoxylin. in: Anat. Anzeiger. 11. Bd. p 504.

Föttinger, Alex., **80**, Sur les terminaisons des nerfs dans les insectes. Arch. Biol. Tome 1 p 279—304 T 10.

Fol, Hermann, **84**, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie etc., 1. Lief. Die mikroskopisch-anatomische Technik. p 1—208, 84 Figg. (2. Lief. p 209—452, 136 Figg. ist von M. Bedot **96** herausgegeben.) Leipzig.

Foster, M. und F. M **Balfour**, **74**, The Elements of Embryology London. 1. Theil. (Hühnchen). Deutsch von N. Kleinenberg. 267 pagg. 71 Figg. Leipzig. 1876.

Frommel, R., **86**, Beitrag zur Histologie der Eileiter. in: Münchener med. Wochenschr. 33. Jahrg. Nr. 26.

Fürbringer, Max, **77**, Ueber das Gewebe des Kopfknorpels der Cephalopoden. in: Morph. Jahrb. 3. Bd. p 653—658 1 Fig.

Fusari, R., **91**, De la terminaison des fibres nerveuses, dans les capsules surrénales des Mammifères. in: Arch. Ital. Biol. Tome 16 p 262—275 1 Taf.

Gad, J., **95**, Ueber eine leichte und sichere Methode (von Chr. Sihler), die Nervenendigung an Muskelfasern und Gefässen nachzuweisen. Verh. Phys. Ges. Berlin. in: Arch. Anat. Phys. Phys. Abth. p 202—208.

Gardner, M., **97**, Zur Frage über die Histogenese des elastischen Gewebes. in: Biol. Centralbl. 17. Bd. p 394—418.

Gaule, J., **81**, Das Flimmerepithel der *Aricia foetida*. in: Arch. Anat. Phys. Phys. Abth. p 153—159 1 Taf.

Gawronski, N. von, **94**, Ueber Verbreitung und Endigung der Nerven in den weiblichen Genitalien. Vorläufige Mittheilung. in: Centralbl. Gynäk. Nr. 11.

Geberg, A., **85**, Ueber direkte Anastomosen zwischen den Arterien und Venen in der Nierenkapsel. in: Internat. Monatsschr. Anat. Hist. 2. Bd. p 223—229 T 13, 14. (Die Tafelerklärung bezieht sich fälschlich auf T. 15 und die T. 13 und 14 tragen die Nummern des 1. Bandes der Zeitschrift.)

Gegenbaur, C. **64**, Ueber die Bildung des Knochengewebes. in: Jena. Zeitschr. Naturw. 1. Bd. p 363—369 1 Taf.

— **67**, Ueber die Bildung des Knochengewebes. in: ibid. Bd. 3 p 206—246 2 Taf.

Gehuchten, A. van, **93**, Les terminaisons nerveuses intra-épidermiques chez quelques mammifères. in: La Cellule. Tome 9 p 301—331 2 Taf.

— **97**, Le Système nerveux de l'homme. p XXVI und 941. 619 Figg. Louvain. (2. Auflage.)

Gensch, H., **81**, Die Blutbildung auf dem Dottersack bei Knochenfischen. in: Arch. Mikr. Anat. 19. Bd. p 144—146.

Gerlach, J., **58**, Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. p VI und 1—72 8 Taf. Erlangen.

— **71, 72**, Von dem Rückenmark. in: Handbuch, Lehre von den Geweben, Stricker. p 665—693 Fig. 217—229. Leipzig.

Gerota, D., **96**, Ueber Lymphscheiden des Auerbach'schen Plexus myentericus der Darmwand. in: Sitz. Ber. Akad. Berlin. p 887—888.

Giesbrecht, W. Vergl. Andres.

Gibbes, Heneage, **80**, On the Structure of the Spermatozoon. in: Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.) Nr. 63 p 320—321 1 Fig.

Göppert, E., **94**, Ueber die Herkunft des Wrisberg'schen Knorpels. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Säugethierkehlkopfes. in: Morph. Jahrb. 21. Bd. p 68—151 T 3 und 4 13 Textfigg.

Götte, Alexander, **68**, Zur Morphologie der Haare. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 4 p 273—322 T 19, 20.

Golgi, Camillo, **89**, Annotazioni intorno all' istologìa dei reni dell' uomo e di altri mammiferi e sull' istogenesi dei canalicoli oriniferi. in: Atti. Accad. Lincei Rend. (4) Vol. 5 Sem. 1 p 324—342 3 Figg.

— **93**, Sur la fine organisation des glandes peptiques des Mammifères. in: Arch. Ital. Biol. Tome 19 p 448—453 7 Figg. auch in: Gazz. Med. Pavia Anno 2 p 241—247 Fig.

— **94**, Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems p 1—272. 30 Taf. Deutsch v. R. Teuscher. Jena (enthält sämmtliche Untersuchungen Golgi's über das obige Thema seit 1871).

Golubew, W. Z., **93**, Ueber die Blutgefässe in der Niere der Säugethiere und des Menschen. in: Internat. Monatsschr. Anat. Phys. 10. Bd. p 541—598 T 22—24.

Gottschau, M., **83**, Struktur und embryonale Entwickelung der Nebennieren bei Säugethieren. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 412—458 2 Taf.

Grenacher, M., **79**, Einige Notizen zur Tinktionstechnik, besonders zur Kernfärbung. in: Arch. Mikr. Anat. 16. Bd. p 463—471.

Gscheidlen, Richard, **76—79**, Physiologische Methodik. Ein Handbuch der praktischen Physiologie. Braunschweig. p 1—640, 462 Figg. (nicht vollendet).

Haeckel, Heinrich, **94**, Vergl. **Bardeleben.**

Halliburton, W. D., **93**, Lehrbuch der chemischen Physiologie und Pathologie. p XII und 1—883. 104 Figg. Deutsch von K. Kaiser. Heidelberg.

Hamburger, Ove, **90**, Ueber die Entwickelung der Säugethierniere. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. Suppl. Bd. p 15—51 T 3, 4.

Hammer, Bernh., **91**, Ueber das Verhalten von Kerntheilungsfiguren in der menschlichen Leiche. Inaug.-Diss. Berlin 39 pagg.

Harz, W., **83**, Beiträge zur Histiologie des Ovariums der Säugethiere. in: Arch. Mikr. Anat. 22. Bd. p 374—407 T 15.

Hayem, Georges, **89**, Du sang et de ses altérations anatomiques. p XXVI und 1—1035 126 Figg. Paris.

Heidenhain, M., **92**, **1**, Ueber die Riesenzellen des Knochenmarkes und ihre Centralkörper. in: Sitz.-Ber. Physik.-Med. Ges. Würzburg p 130—133.

— **92**, **2**, Ueber Kern und Protoplasma. in: Festschr. Kölliker Leipzig p 109—166 T 9—11.

— **94**, Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern- und Zellprotoplasma. in: Arch. Mikr. Anat. 43. Bd. p 423—758 T 26—31.

— **96**, Noch einmal über die Darstellung der Centralkörper durch Eisenhämatoxylin nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über die Hämatoxylinfarben. in: Zeitschr. Wiss. Mikroskopie. 13. Bd. p 186—199.

Heidenhain, R., **69**, **70**, Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen. in: Arch. Mikr. Anat. 6. Bd. p 368—406 T 20, 21. 1870. Auch in Sitz.-Ber. Schles. Ges. Vaterl. Kultur. 29. Febr. und 19. Nov. 1869.

— **83**, Physiologie der Absonderungsvorgänge. in: Hermann, Handb. Physiologie Bd. 5 Th. 1 p 1—420 88 Figg. Leipzig.

— **86**, Eine Abänderung der Färbung mit Hämatoxylin und chromsauren Salzen. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 27 p 383—384.

— **88**, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. in: Arch. Phys. Pflüger. 43. Bd. Suppl. 103 pagg. 4 Taf.

Held, Hans, **97**, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 204—297 T 9—12.

Hensen, V., **64**, Die Entwickelung des Nervensystems. in: Arch. Path. Virchow. Bd. 30 p 176—186 1 Taf.

— **76**, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Kaninchens und Meerschweinchens. in: Zeitschr. Anat. Entwickelungsgesch. 1. Bd. p. 213—273 T 8, 9 und ibid. p 353—423 T 10—12.

Hering, Ewald, **71**, Von der Leber. in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker. p 429—452 6 Figg. Leipzig.

Hermann, Friedrich, **85**, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Geschmacksorgans des Kaninchens. in: Arch. Mikr. Anat. 24. Bd. p 216—229 T 13.

— **88**, Studien über den feineren Bau des Geschmacksorganes. in: Sitz. Ber. Acad. München. p 277—318. 2 Taf.

— **89**, **1**, Beiträge zur Histologie des Hodens. in: Arch. Mikr. Anat. 34. Bd. p 58—106 T 3, 4.

— **89**, **2**, Die postfötale Histiogenese des Hodens der Maus. in: ibid. 34. Bd. p 429—437 T 26.

— **91**, Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. in: ibid. 37. Bd. p 569—586 2 Figg. T 31.

— **93**, **1**, Urogenitalsystem. in: Ergebnisse von F. Merkel und R. Bonnet. 2. Bd. Abth. 2 p 201—227 1 Taf.

— **93**, **2**, Technik. Methoden zum Studium des Archiplasmas und der Centrosomen thierischer und pflanzlicher Zellen. in: ibid. Bd. 2 Abth. 2 p 23—36.

— **97**, Beiträge zur Kenntniss der Spermatogenese. in: Arch. Mikr. Anat. 50. Bd. p 276—315 T 17.

Hertwig, O., **77**, **78**, Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. in: Morph. Jahrb. 3. Bd. p 1—86 T 1—5 und ibid. 4. Bd. p 156—213 T 6—11.

— **90**, Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. in: Arch. Mikr. Anat. 36. Bd. p 1—138 T 1—4.

Hertwig, O., **93**, Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. p XII und 1—296 168 Figg.

— **96**, Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. p XVI und 612 384 Figg. und 2 T. Fünfte Auflage. Jena. Fischer.

Hertwig, O. und R., **81**, Die Coelomtheorie, Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. in: Jena. Zeitschr. Naturw. 15. Bd. p 1—150 T 1—3.

His, W., **61**, Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen. in: Zeitschr. wiss. Z. 11. Bd. 24 pagg. T 8, 9.

— **80**, Abbildungen über das Gefässsystem der menschlichen Netzhaut und derjenigen des Kaninchens. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 224—231 T 7, 8.

— **86**, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln. in: Abh. Sächs. Ges. Wiss. (Math. physische Klasse) 13. Bd. p 479—514 10 Figg. 1 Taf.

— **87**, Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo, übersichtliche Darstellung. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 368—392 27 Figg. 2 Taf.

— **89**, Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 249—300 T 16—19; auch in: Abh. Sächs. Akad. Wiss. 26. Bd. p 311—372 T 1—4.

Hoffmann, C. K., **92**, Etude sur le développement de l'appareil urogénital des oiseaux. in: Verh. Akad. Amsterdam (2) 1. Deel Nr. 4 54 pagg. 7 Taf.

— **93**, **1**, Zur Entwickelungsgeschichte des Herzens und der Blutgefässe bei den Selachiern. Ein Beitrag zur Kenntniss des unteren Keimblattes. in: Morph. Jahrb. 19. Bd. p 592—648 T 22—25 6 Figg.

— **93**, **2**, Untersuchungen über den Ursprung des Blutes und die blutbereitenden Organe. in: Verh. Akad. Amsterdam (2) 3. Deel Nr. 4 26 pagg. 4 Taf.

Hofmeyer, M., **93**, Zur Kenntniss der normalen Uterusschleimhaut. in: Centralbl. Gynaek. p 764—766.

Hoppe-Seyler, Felix, **93**, Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse. p VIII und 1—548 15 Figg. 6. Aufl. Berlin.

Hoyer, H., **77**, Ueber unmittelbare Einmündung kleinster Arterien in Gefässäste venösen Charakters. in: Arch. Mikr. Anat. 13. Bd. p 603—644 T 38, 39.

— **90**, Ueber den Nachweis des Mucins in Geweben mittelst der Färbemethode. in: ibid. 36. Bd. p 310—374.

Hürthle, K., **94**, Ueber den Sekretionsvorgang in der Schilddrüse. in: Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 12 p 267—270. Dasselbe ausführlich in: Arch. Phys. Pflüger Bd. 56 p 1—44 3 Taf.

Jacobi, Eduard, **86**, Zum feineren Bau der peripheren markhaltigen Nervenfaser. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg (2) 20. Bd. p 25—51 T 3.

Jensen, O. S., **87**, Untersuchungen über die Samenkörper der Säugethiere, Vögel und Amphibien. 1. Säugethiere. in: Arch. mikr. Anat. 30. Bd. p 379—425 T 22—25.

Jobert, M., **75**, Recherches sur les organes tactiles de l'homme. in: Compt. Rend. 80. Bd. p 274—276.

Joseph, Max, **88**, Ueber einige Bestandtheile der peripheren markhaltigen Nervenfaser. in: Sitz.-Ber. Akad. Berlin. p 1321—1330; auch in: Arch. Anat. Phys. Phys. Abth. p 184—187.

Izquierdo, Vicente, **79**, Beiträge zur Kenntniss der Endigung der sensiblen Nerven. Inaug.-Diss. Strassburg. 80 pagg. 3 T.

Kallius, E., **92**, Ein einfaches Verfahren, um Golgi'sche Präparate für die Dauer zu fixiren. in: Anat. Hefte 1. Abth. 5. Heft p 271—275.

Kann, Hugo, **89**, Ueber das Epithel des Ureters. Med. Inaug. Diss. 26 pagg. 1 T.

Karg, **88**, Studien über transplantirte Haut. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 369 —406 T 20—22.

Key, Axel und Gustav **Retzius**, **75**, **76**, Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. 1. Hälfte p VI und 1—220, 39 Taf. Stockholm und 2. Hälfte, 1. Abth. p IV und 1—228. 36 Taf. Stockholm.

Klaatsch, Hermann, **92**, Ueber die Betheiligung von Drüsenbildungen am Aufbau der Peyer'schen Plaques. in: Morph. Jahrb. 19. Bd. p 548—552 1 Fig.

Klein, G., **93**, Entstehung des Hymen. in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München. 9. Bd. p 59—61.

Kleinenberg, N., **79**, (Pikrinschwefelsäure). in: Quart. Journ. Mikr. Sc. April. p 208.

Koch, G. von, **78**, Ueber die Herstellung dünner Schliffe von solchen Objekten, welche aus Theilen von sehr verschiedener Konsistenz zusammengesetzt sind. in: Z. Anzeiger. 1. Jahrg. p 36—37.

Kölliker, A. v., **50**, **54**, Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. Bd. 2, 1. und 2. Hälfte. Leipzig.

— **73**, Die normale Resorption des Knochengewebes und ihre Bedeutung für die Entstehung der typischen Knochenformen. p VI und 1—86. 8 Taf. 2 Figg. Leipzig.

— **81**, Zur Kenntniss des Baues der Lunge des Menschen. in: Verh. Physik. med. Ges. Würzburg. 16. Bd. (N. F.) 24 pagg. 4 Taf.

— **86**, Der feinere Bau des Knochengewebes. in: Zeitschr. wiss. Z. Bd. 44 p 644—680 T 36—39.

— **89**, Handb. der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. 1. Bd. p VIII und 1—409 329 Figg. Leipzig.

— **93**, 2. Bd. I. Hälfte. 372 pagg. Fig. 330—548. Leipzig.

— **96**, 2. Hälfte p I—VIII und 373—874. Fig. 549—842.

Kolossow, A., **92**, Ueber eine neue Methode der Bearbeitung der Gewebe mit Osmiumsäure. in: Zeit. Wiss. Mikroskopie. 9. Bd. p 38—43.

— **93**, Ueber die Struktur des Pleuro-peritoneal- und Gefässepithels (Endothels). in: Arch. mikr. Anat. 42. Bd. p 318—383 T 22.

Kostanecki, K. v., **92**, **1**, Ueber Centralspindelkörperchen bei karyokinetischer Zelltheilung. in: Anat. Hefte 1. Abth. 1. Bd. p 205—249 T 24.

— **92**, **2**, Ueber die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zelltheilung. ibid. 2. Bd. p 249—268 T 14, 15.

— **92**, **3**, Die embryonale Leber in ihrer Beziehung zur Blutbildung. in: ibid. 1. Abth. 1. Bd. p 301—322.

Krause, Rudolf, **97**, Beiträge zur Histologie der Speicheldrüsen. in: Arch. Mikr. Anat. 49. Bd. p 707—769 T 33, 34.

Krause, W., **60**, Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven. p IV und 1—271 3 Tabellen und 4 Taf. Hannover.

— **80**, Die Nervenendigungen in den Muskeln. in: Internat. Monatsschr. Anat. Hist. Bd. 5 p 64—80, 97—106 T 4—6.

— **81**, Zum Spiralsaum der Samenfäden. in: Biol. Centralbl. 1. Jahrg. p 25—26.

— **84**, Nervenendigungen in den Froschmuskeln. in: Internat. Monatsschr. Anat. Hist. 1. Bd. p 194—203 T 8, 9

Krönig, **86**, Einschlusskitt für mikroskopische Präparate. in: Arch. mikr. Anat. 27. Bd. p 657—658.

Kuborn, Pierre, **90**, Du développement des vaisseaux et du sang dans le foie de l'embryon. in: Anat. Anzeiger. 5. Jahrg. p. 277—282.

Kühne, W., **74**, Vergl. Ewald.

— **79**, Chemische Vorgänge in der Netzhaut. in: Hermann, Handb. Physiologie. Bd. 3 Th. 1 p 235—342 15 Figg. Leipzig.

— **86**, Neue Untersuchungen über die motorische Nervenendigung. in: Zeitschr. Biol. München. 23. Bd. 1. Heft 148 pagg. 16 Taf.

Kühne, W. und A. Sch. **Lea**, **74**, Ueber die Absonderung des Pankreas. in: Verh. Naturhist. Ver. Heidelberg (N. F.) Bd. 1. p 445—450. 1874.

Kuhnt, Julius, **77**, Die peripherische markhaltige Nervenfaser. in: Arch. mikr. Anat. 13. Bd. p 427—464 T 17.

Kultschitzky, N., **87**, Ueber die Art der Verbindung der glatten Muskelfasern untereinander. in: Biol. Centralbl. 7. Bd. p 572—574.

Kupffer, C., **57**, Vergl. Bidder.

— **65**, Untersuchungen über die Entwickelung des Harn- und Geschlechtssystems. in: Arch. mikr. Anat. Bd. 1. p 233—248 T 15.

— **73**, Ueber gewisse Strukturverhältnisse der Säugethierleber. in: Tagebl. 46. Vers. D. Naturf. Aerzte Wiesbaden. p 139.

— **75**, Ueber Differenzirung des Protoplasma in den Zellen thierischer Gewebe. in: Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein. Bd. 1 p 229.

— **76**, Ueber Sternzellen der Leber. in: Arch. mikr. Anat. 12. Bd. p 353—358.

— **78**, Die Entwickelung des Herings im Ei. in: Jahresber. Commiss. Unters. Deutsch. Meere. Jahrg. 4—6 p 177—226 T 1—4.

— **83, 1**, Epithel und Drüsen des menschlichen Magens. in: Fest-Schrift ärztl. Ver. München. p 27—46 2 Taf.

— **83, 2**, Ueber den „Achsencylinder" markhaltiger Nervenfasern. in: Sitz. Ber. Akad. München. 13. Bd. p 466—475 1 Taf.

— **89**, Ueber den Nachweis der Gallenkapillaren und spezifischen Fasern in den Leberläppchen durch Färbung. in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München. 5. Bd. p 82—86.

— **90**, Die Entwickelung von *Petromyzon Planeri*. in: Arch. Mikr. Anat. 35. Bd. p 469—558 T 27—32.

— **92**, Ueber die Entwickelung von Milz und Pankreas. in: ibid. 7. Bd. p 107—123. auch in: Münch. med. Abh. 7. Reihe 4. Heft 17 p 7 Figg.

— **94**, Die Neurenlehre in der Anatomie des Nervensystems. in: München. Med. Wochenschr. (13) 11 pagg. (Separat.) 5 Figg.

— **96**, Ueber Energiden und paraplastische Bildungen. Rektoratsrede Univers. München. 26 pagg.

Landauer, Armin, **95**, Ueber die Struktur des Nierenepithels. in: Anat. Anzeiger. 10. Bd. p. 645—653 5 Figg.

Langendorff, O., **89**, Beiträge zur Kenntniss der Schilddrüse. in: Arch. Anat. Phys. Phys. Abth. Suppl. Bd. p 219—242 T 5.

Langer, C. v., **88**, Ueber das Verhalten der Darmschleimhaut in der Ileocöcal-Klappe, nebst Bemerkungen über ihre Entwickelung. in: Denkschr. Akad. Wien 54. Bd. 10 pagg. 2 Taf.

Langerhans, P., **68**, Ueber die Nerven der menschlichen Haut. in: Arch. Path. Anat. 46. Bd. p 325 T 12.

— **69**, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. 32 pagg. Med. Inaug. Diss. Berlin.

Lanterman, A. J., **77**, Ueber den feineren Bau der markhaltigen Nervenfaser. in: Arch. Mikr. Anat. 13. Bd. p 1—8 T 1.

Lavdowsky, M., **93**, Blut und Jodsäure und der sogenannte Chemotropismus. in: Zeit. wiss. Mikr. 10. Bd. p 4—35 T 1, 2.

Lea, H. Vergl. Kühne **74**.

Leber, Th., **72**, Die Blutgefässe des Auges. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 1049—1062 2 Figg. Leipzig.

— **95**, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse vom Flüssigkeitswechsel des Auges. in: Ergebnisse etc. Merkel und Bonnet. 4. Bd. p 144—196.

Legge, F., **97**, Sulla distribuzione topographica delle fibre elastiche nell' apparecchio digerente. Cagliari. P. Valdés. 20 pagg. 1 T.

Lenhossék, M. v., **92**, Ursprung, Verlauf und Endigung der sensiblen Nervenfasern bei Lumbricus. Arch. mikr. Anat. Bd. 39 p 102—136 T 5.

— **94, 1**, Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane. 190 pagg. 3 Taf. 15 Figg. Wiesbaden.

— **94, 2**, Die Geschmacksknospen in den blattförmigen Papillen der Kaninchenzunge. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg. (N. F.) Bd. 27. 67 pagg. 2 Taf.

— **95, 1**, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. 2. Aufl. Berlin. 1895. VII und 409 pagg. 6 Taf. und 60 Figg. im Text.

— **95, 2**, Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches. in: Arch. Mikr. Anat. 46. Bd. p 345—369 T 15, 16.

Lewaschew, S. W., **86**, Ueber eine eigenthümliche Veränderung der Pankreaszellen warmblütiger Thiere bei starker Absonderungsthätigkeit der Drüse. in: ibid. Bd. 26. p 453—485 T 17.

Limbeck, R. R. von, **92**, Grundriss einer klinischen Pathologie des Blutes. p VI und 1—202 1 Taf. 25 Figg. Jena.

London, B., **81**, Das Blasenepithel bei verschiedenen Füllungszuständen der Blase. in: Arch. Anat. Phys. Phys. Abth. p 317—330.

Löwit, M., **91**, Die Anordnung und Neubildung von Leukocyten und Erythroblasten in den Blutzellen bildenden Organen. in: Arch. Mikr. Anat. 38. Bd. p 524—612 T 32—34.

Ludwig, C., **71**, Von der Niere. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 489—507 16 Figg. Leipzig.

Lwoff, Basilius, **89**, Ueber die Entwickelung der Fibrillen des Bindegewebes. in: Sitz.-Ber. Akad. Wien. 96. Bd. 3. Abth. p 184—210 2 Taf.

Macallum, A. B., **92**, Studies on the Blood of Amphibia. in: Trans. Canad. Inst. Toronto Vol. 2 p 45—80 T 1.

Mall, F., **91**, Das retikulirte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. in: Abh. Math. Physik. Klass. Sächs. Ges. Wiss. Leipzig. 17. Bd. p 299—338 T 1—11.

Mall, J. P., **87**, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes. in: ibid. 14. Bd. p 153—189 T 1—6.

Martin, A., **89, 1**, Tubenkrankheiten. in: Real-Encyklopädie ges. Heilk. Eulenburg. 2. Aufl. Bd. 20 p 263—286 20 Figg.

— **89, 2**, Uterus. in: ibid. p 438--532 17 Figg.

Maurer, F., **90**, Die erste Anlage der Milz und das erste Auftreten von lymphatischen Zellen bei Amphibien. in: Morph. Jahrb. 16. Bd. p 203—208 2 Figg.

Mayer, Paul, **81**, Ueber die in der zoologischen Station zu Neapel gebräuchlichen Methoden zur mikroskopischen Untersuchung. in: Mitth. Z. Station Neapel. Bd. 2 p 1—27.

— **83, 1**, Vergl. Andres.

— **83, 2**, Einfache Methode zum Aufkleben mikroskopischer Schnitte. in: ibid. 4. Bd. p 521—522.

— **87, 1**, Ueber die Entwickelung des Herzens und der grossen Gefässstämme bei den Selachiern. in: ibid. 7. Bd. p 338 - 370 T 11, 12.

— **87, 2**, Aus der Mikrotechnik. in: Internat. Monatsschr. Anat. Phys. 4. Bd. p 37—46.

— **91**, Ueber das Färben mit Hämatoxylin. in: Mitth. Z. Station Neapel. Bd. 10 p 170—186.

— **92**, Ueber das Färben mit Karmin, Cochenille und Hämatein-Thonerde. in: ibid. Bd. 10 p 480—504.

— **93**, Ueber die ersten Stadien der Gefässe bei den Selachiern. in: Anat. Anzeiger 9. Bd. p 185 - 192.

— **96**, Ueber Schleimfärbung. in: Mitth. Z. Station Neapel. 12. Bd. p 303--330.

— **97**, Ueber Pikrokarmin. in: Zeit. Wiss. Mikroskopie. 14. Bd. p 18--31.

Mayer, Sigmund, **94**, Adenologische Mittheilungen. in: Anat. Anzeiger 10. Bd. p 177—191.

Mercier, A., **94**, Die Zenker'sche Flüssigkeit, eine neue Fixirungsmethode. in: Zeit. Wiss. Mikroskopie. 11. Bd. p 471—478.

Merkel, Friedrich, **71**, Die Stützzellen des menschlichen Hoden. in: Arch. Anat. Phys. (Müller's Archiv) p 1—13 T 1.

— **83**, Die Speichelröhren. Rektoratsprogramm Rostock p IV und 1—28 2 Taf. Leipzig.

Mertsching, A., **87**, Beiträge zur Histologie des Haares und des Haarbalges. in: Arch. Mikr. Anat. 31. Bd. p 32—53 T 4, 5.

Metschnikoff, E., **83**, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. in: Arb. Z. Inst. Wien 5. Bd. p 141—168 T 13 und 14.

Meves, Friedr., **93**, Ueber eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Gestalten und Lagen der Attraktionssphäre. Inaug. Diss. Kiel. 22 pagg.

— **96**, Ueber die Entwickelung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa*. in: Arch. Mikr. Anat. 48. Bd. p 1—83 T 1—5.

— **97**, Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden von *Salamandra maculosa*. in: ibid. 50 Bd. p 110—141 T 7 und 8.

Meynert, Th., **72**, Vom Gehirne der Säugethiere. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 694—808. 32 Figg. Leipzig.

Minot, Charles Sedgwick, **90**, Zur Morphologie der Blutkörperchen. in: Anat. Anzeiger Jahrg. 5 p 601—604.

— **92**, Human Embryology. New-York p XXIV und 1—815 463 Figg. Deutsche Uebers. 1894. Leipzig.

Moore, John E. S., **93**, On the Relation-ships and Role of the Archoplasm during Mitosis in the larve of Salamander. in: Quart. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. 34 p 181—197 T 21.

Morochowetz, Leo, **74**, Zur Histochemie des Bindegewebes. in: Verh. Naturhist. Ver. Heidelberg. (N. F.) Bd. 1 p 480—483.

Müller, Erik, **92**, Zur Kenntniss der Labdrüsen der Magenschleimhaut. in: Verh. Biol. Ver. Stockholm. 4. Bd. p 64—73 7 Figg.

— **95**, Ueber Sekretkapillaren. in: Arch. Mikr. Anat. 45. Bd. p 463—474 T 27.

Müller, Hermann Franz, **89**, Zur Frage der Blutbildung. in: Sitz.-Ber. Akad. Wien. 98. Bd. 3. Abth. p 219—294 5 Taf.

— **91**, Zur Leukämie-Frage. Zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Zellen und der Zelltheilungen des Knochenmarkes. in: D. Arch. klin. Med. 48. Bd. p 51—99 T 1.

— **92**, Die Methoden der Blutuntersuchung. Zusammenfassendes Referat. in: Centralbl. Allg. Path. Path. Anat. 3. Bd. p 801—820, 851—872.

— **96**, Ueber einen bisher nicht beachteten Formbestandtheil des Blutes. in: Centralbl. Allg. Path. Path. Anat. Ziegler. 7. Bd. p 529—539.

Müller, Vitalis, **92**, Ueber die Entwickelungsgeschichte und feinere Anatomie der Bartholini'schen und Cowper'schen Drüsen des Menschen. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 39 p 33—55 T 2.

Müller, Wilhelm, **71**, Milz. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 251—262 2 Figg. Leipzig.

Nadler, J., **97**, Zur Histologie der menschlichen Lippendrüsen. in: Arch. Mikr. Anat. 50. Bd. p 419—437 T 22.

Nagel, W., **88**, Das menschliche Ei. in: Arch. Mikr. Anat. 31. Bd. p 342—423 T 20, 21.

Neelsen und **Schifferdecker**, P., **82**, Beitrag zur Verwendung der ätherischen Oele in der histologischen Technik. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 204—206.

Neumann, E., **68**, Ueber die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung. Vorl. Mitth. in: Centralbl. med. Wiss. Nr. 44 p 689.
— **69**, Ueber die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung. in: Arch. Heilkunde. Bd. 10 p 68—102.
— **76**, Flimmerepithel im Oesophagus menschlicher Embryonen. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 12. p 570—574.
— **82**, Das Gesetz der Verbreitung des gelben und rothen Markes in den Extremitätenknochen. in: Centralbl. med. Wiss. 20. Jahrg. p 321—323.
— **90**, Ueber die Entwickelung rother Blutkörperchen im neugebildeten Knochenmark. in: Arch. Path. Virchow. 119. Bd. p 385—389.
Neyt, A., Vergl. van Beneden, **87**.
Nissl, Franz, **94**, Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen. in: Neurol. Centralbl. Nr. 19, 21 und 22. 23 pagg. (Sep.) 7 Figg.
Notthafft, Albr. v., **92**, Neue Untersuchungen über den Verlauf der Degenerations- und Regenerationsprozesse am verletzten Nerven. in: Zeit. wiss. Z. 55. Bd. p 134—188 2 Figg. T 6.
Nusbaum, Josef, **95**, Einige Bemerkungen über das Aufkleben der Paraffinschnitte mit Wasser in: Anat. Anzeiger 12. Bd. p 52—54.
Overlach, Martin, **85**, Die pseudomenstruirende Mucosa uteri nach akuter Phosphorvergiftung. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 25 p 191—235 T 10, 11.
Oppel, Albert, **89**, Beiträge zur Anatomie des *Proteus anguineus*. in: Arch. Mikr. Anat. 34. Bd. p 511—572 T 28—30.
— **90**, Eine Methode zur Darstellung feinerer Strukturverhältnisse der Leber. in: Anat. Anzeiger 5. Jahrg. p 143—145.
— **91**, Ueber Gitterfasern der menschlichen Leber und Milz. in: ibid. 6. Jahrg. p 165—173 4 Figg.
— **92**, Unsere Kenntniss von der Entstehung der rothen und weissen Blutkörperchen. Zusammenfassendes Referat. in: Centralbl. Allg. Path. Path. Anat. 3. Bd. p 193—217, 241—249.
— **96, 1**, Vergl. **Böhm** und **Oppel**.
— **96, 2**, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbelthiere. 1. Th. Der Magen. p I—IV und 1—543 5 T und 375 Figg. Jena.
— **97**, 2. Th. Schlund und Darm. p VIII und 1—682 4 T und 343 Figg. Jena.
Pal, J., **86**, Ein Beitrag zur Nervenfärbetechnik. in: Med. Jahrb. Wien. p 619—631.
Paladino, G., **90**, I ponti intercellulari tra l'uovo ovarico e le celluli folliculari, e la formazione della zona pellucida. in: Anat. Anzeiger 5. Jahrg. p 254—259 1 Fig.
Paneth, Josef, **88**, Ueber die secernirenden Zellen des Dünndarm-Epithels. in: Arch. Mikr. Anat Bd. 31 p 113—191 T 8—10.
Pfaundler, Meinh., **92**, Zur Anatomie der Nebenniere. in: Anzeiger Akad. Wien, 29. Jahrg. p 224—225, ausführlich in: Sitz. Ber. Akad. Wien. 101. Bd. 3. Abth. p 515—533 2 Taf.
Pfeiffer, Leonhard, **84**, Ueber Sekretvakuolen der Leberzellen im Zusammenhange mit den Gallenkapillaren. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 23 p 22—30 T 2.
Pfitzner, Wilh., **97**, Das Epithel der Conjunctiva. Eine histologische Studie. in: Zeit. Biol. 34. Bd. p 397—431 T 4.
Pflüger, E. F. W., **63**, Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. 124 pagg. 5 Taf. Leipzig.
Piersol, George A., **93**, Duration of Motion of Human Spermatozoon. in: Anat. Anzeiger, 8. Jahrg. p 299—301.
Podwyssotzki, W. jun., **82**, Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues der Bauchspeicheldrüse. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 21 p 765—768.

Podwyssotzki, **87**, Ueber die Beziehungen der quergestreiften Muskeln zum Papillartheil der Lippenhaut. in: ibid. 30. Bd. p 327—335 T 17.

Preuschen, von, **89**, Vagina. in: Real-Encyklopädie ges. Heilk. Eulenburg. 2. Aufl. Bd. 20 p 539—568 12 Figg.

Rabl, C., **85**, Ueber Zelltheilung. in: Morph. Jahrb. 10. Bd. p 214—330 T 7—13.

— **89**, Ueber Zelltheilung. Briefliche Mittheilung an Herrn Geheimrath v. Kölliker. in: Anat. Anzeiger 4. Jahrg. p 21—30 2 Figg.

— **90**, Ueber die Prinzipien der Histologie. in: Verh. Anat. Ges. 3. Vers. Berlin p 39—56.

Rabl, Hans, **91**, Die Entwickelung und Struktur der Nebenniere bei den Vögeln. in: Arch. Mikr. Anat. 38. Bd. p 492—523 T 29—31.

— **96**, Ueber die Kerne der Fettzellen. in: ibid. 47. Bd. p 407—415.

Ramón y Cajal, S., **93**, **1**, Neue Darstellung vom histologischen Bau des Centralnervensystems. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 319—428 35 Figg. (Enthält ein Resumé des gegenwärtigen Standes der Nervenlehre verbunden mit einer Darstellung der Ergebnisse der Arbeiten des Verf.'s.)

— **93**, **2**, Manual de Histologia normal y técnica micrografieá. Valenzia. 2a edición p XX und 1—692 203 Figg.

— **93**, **3**, La rétine des vertebrés. in: La cellule. Tome 9 p 121—257.

— **94**, **1**, Die Retina der Wirbelthiere. in: La Cellule. T 9 p 121—257. Deutsch von R. Greeff. Wiesbaden.

— **94**, **2**, Les nouvelles idées sur la Structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés. Paris.

Ranvier, L., **75**, Des préparations du tissu osseux avec le bleu d'aniline insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcohol. in: Travaux Lab. Histol. p 16—21 T 1 Fig. 8 Paris.

— **78**, Leçons sur l'histologie du système nerveux. Bd. 1 p III und 1—352 4 Taf. 20 Figg. und Bd. 2. 380 pagg. 8 Taf. 13 Figg.

— **80**, Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire. p 1—466 99 Figg. Paris.

— **81**, Leçons d'anatomie générale. Terminaisons nerveuses sensitives. Cornée. p XX und 447 54 Figg. Paris.

— **89**, Traité technique d'Histologie 2ème Édit. p 1—871 414 Figg. 1 Tafel. Paris.

Rath, O. vom, **93**, Beiträge zur Kenntniss der Spermatogenese von *Salamandra maculosa*. in: Zeit. wiss. Z. 57. Bd. p 97—185 T 7—9.

— **95**, Zur Konservirungstechnik. in: Anat. Anzeiger 11. Bd. p 280—288.

Rauber, August, **97**, **98**, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 1 und 2. Leipzig 6. Aufl.

Rawitz, B., **95**, Ueber eine Modifikation in der substantiven Verwendung des Hämateins. in: Anat. Anzeiger 11. Bd. p 301—303.

Recklinghausen, F. von, **71**, Das Lymphgefässsystem. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 214—250 7 Figg.

Reinke, F., **94**, Zellstudien. in: Arch. Mikr. Anat. 49. Bd. p 377—422 T 22—24.

— **95**, Die Japanische Methode zum Aufkleben von Paraffinschnitten. in: Zeit. Wiss. Mikroskopie 12. Bd. p 21—23.

— **96**, Beiträge zur Histologie des Menschen. in: Arch. Mikr. Anat. 47. Bd. p 34—44 T 5.

— **97**, Beiträge zur Histologie des Menschen. 2. Folge. Ueber die Neuroglia in der weissen Substanz des Rückenmarkes vom erwachsenen Menschen. in: ibid. 50. Bd. p 1—14 T 1.

Remy, Ch., **89**, Manuel des travaux pratiques d'histologie. Paris. p 1—421 399 Figg.

Retterer, Ed., **92**, Du tissu angiothélial des amygdales et des plaques de Peyer. in C. R. Soc. Biol. Paris (9) Tome 4 Mém. p 1—11.

Retzius, Gustav, **75**, **76**, Vergl. Key.
— **81**, Zur Kenntniss der Spermatozoen. Biol. Unters. p 77—88 1 Taf.
— **84**, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. 2. Bd. (Reptilien, Vögel und Säuger). p VIII und 1—368 T 39. Stockholm.
— **90**, Die Intercellularbrücken des Eierstockseies und der Follikelzellen, sowie über die Entwickelung der Zona pellucida. in: Verh. Anat. Ges. 3. Vers. Berlin. p 10—11; ausführlich in: Hygiea Festband p 1—16 Taf.
— **92**, **1**, Biologische Untersuchungen. N. F. 3. Bd. Zur Kenntniss der Nerven der Milz und der Niere. p 53—55 T 21. Stockholm-Leipzig.
— **92**, **2**, Ueber die neuen Prinzipien in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems. in: Biol. Untersuchungen Retzius. N. F. Bd. 4 p 49—56. 9 Figg. Berlin.
— **93**, Ueber die Nerven der Ovarien und Hoden. in: Biol. Untersuchungen Retzius. N. F. 5. Bd. p 31—34 T 15. Berlin.
— **94**, Ueber das Ganglion ciliare. in: Anat. Anzeiger Bd. 9 p 633-637 2 Figg.
Rheiner, H., **52**, **1**, Die Ausbreitung der Epithelien im Kehlkopfe. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg. 3. Bd. p 222—226 1 Taf.
— **52**, **2**, Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Med. Inaug. Diss. 44 pagg. Würzburg.
Riede, Karl, **87**, Untersuchungen zur Entwickelung der bleibenden Niere. 43 pagg. 1 Taf. Med. Inaug. Diss. München.
Riese, H., **91**, Die feinsten Nervenfasern und ihre Endigungen im Ovarium der Säugethiere und des Menschen. in: Anat. Anzeiger 6. Jahrg. p 401—420 8 Figg.
Rindfleisch, G. E., **80**, Ueber Knochenmark und Blutbildung. in: Arch. Mikr. Anat. 17. Bd. p 1—11 T 1 Figg. 1 und 2 und p 21—42 T 3.
Rollett, Alexander, **70**, Ueber die blinddarmförmigen Drüsen des Magens. in: Centralbl. Med. Wiss. Nr. 21, 22 p 325—326 und 337—340.
— **71**, **1**, Von den Bindesubstanzen. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker p 34—107 16 Figg.
— **71**, **2**, Ueber die Hornhaut. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 1091—1141 17 Figg. Leipzig.
— **85**, Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern. 1. Theil. in: Denkschr. Akad. Wien. Math.-naturwiss. Klasse. Bd. 49 Abth. 1 p 81—132 T 1—4 und 2 Theil. ibid. Bd. 51 Abth. 1 p 23—68 T 1—4.
— **89**, Anatomische und physiologische Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse. in: Sitz. Ber. Akad. Wien 98. Bd. 3. Abth. p 169—183 4 Taf.
Rothe, Paul, Ueber die Sternzellen der Leber. Med. Inaug. Diss. München 1882. p 1—23 3 Taf.
Rückert, J., **85**, Zur Keimblattbildung bei den Selachiern. in: Sitz. Ber. Morph. Physiol. Ges. München. p 47—104 7 Figg.
— **88**, Ueber die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefässstämme bei Selachier-Embryonen. in: Biol. Centralbl. 8. Bd. p 385—399, 417—430 18 Figg.
— **92**, **1**, Ueber die Verdoppelung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies. ibid. 7. Jahrg. p 44—52 2 Figg.
— **92**, **2**, Zur Entwickelungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern. in: Anat. Anzeiger. 7. Jahrg. p 107—158 6 Figg.
— **94**, **1**, Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. in: Ergebnisse etc. Merkel und Bonnet. 3. Bd. p 517—587 7 Figg.
— **94**, **2**, Zur Eireifung der Copepoden. in: Anat. Hefte. 1. Abth. 4. Bd. p 261—351 T 21—25.
Rüdinger, N., **70**, Beiträge zur Histologie des Gehörorgans. München.

Rüdinger, N., **72, 1,** Das häutige Labyrinth. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 882—914 23 Figg. Leipzig.
— **72, 2,** Die Ohrtrompete. in: ibid. p 867—881 9 Figg. Leipzig.
— **79,** Ueber die Muskelanordnung im Pförtner des Magens und am Anus. in: Allg. Wiener med. Zeitung Nr. 1 und 2. 9 pagg.
— **83,** Zur Anatomie der Prostata des Uterus masculinus und der Ductus ejaculatorii. in: Festschr. Aerztl. Ver. Münehen. p 47—67 3 Taf.
— **88,** Ueber die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres. in: Sitz. Ber. Akad. München. p 455—476 3 Taf.
— **91,** Ueber die Umbildung der Lieberkühn'schen Drüsen durch die Solitärfollikel im Wurmfortsatz des Menschen. in: ibid. 21. Bd. p 121—138 T 5.
Ruffini, Angelo, **94,** Sur un nouvel organe nerveux terminal etc. in: Arch. Ital. Biol. Tome 21 p 248—265 3 Taf.
Ruge, Georg, **89,** Vorgänge am Eifollikel der Wirbelthiere. 1. Rückbildung der nicht ausgestossenen Eierstockseier bei Amphibien. in: Morph. Jahrb. 15. Bd. p 491—554 T 18—21.
Rühle, Georg, **97,** Ueber die Membrana propria der Harnkanälchen und ihre Beziehung zu dem interstitiellen Gewebe der Niere. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 153—170 T 4.
Sauer, H., **95,** Neue Untersuchungen über das Nierenepithel und sein Verhalten bei der Harnabsonderung. in: Arch. Mikr. Anat. 46. Bd. p 109—146 T 4.
Schaffer, J., **91,** Beiträge zur Histologie menschlicher Organe. 1. Duodenum. 2. Dünndarm. 3. Mastdarm in: Sitz. Ber. Akad. Wien. 100. Bd. 3. Abth. p 440—481 2 Taf.
— **92,** Ueber Drüsen im Epithel der Vasa efferentia testis beim Menschen. in: Anat. Anzeiger 7. Jahrg. p 711—717 3 Figg.
— **93, 1,** Ueber den feineren Bau der Thymus und deren Beziehungen zur Blutbildung. in: Sitz. Ber. Akad. Wien. 102. Bd. 3. Abth. p 336—341.
— **93, 2,** Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskelfasern des Menschen und einiger Wirbelthiere. in: ibid. p 7—148 6 Taf.
Schaper, Alfred, **92,** Beiträge zur Histologie der Glandula carotica. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 40 p 287—320 T 16, 17.
Schiefferdecker, P., **82, 1,** Vergl. Neelsen.
— **82, 2,** Ueber die Verwendung des Celloidins in der anatomischen Technik. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 199—203.
— **86,** Ueber ein neues Mikrotom. in: Zeit. Wiss. Mikroskopie. 3. Bd. p 151—164.
— **92,** Ueber zwei von R. Jung gebaute Mikrotome. in: ibid. 9. Bd. p 168—175.
Schleiden, M. J., **38,** Beiträge zur Phytogenesis. in: Arch. Anat. Phys. p 137—176 T 3, 4.
Schmidt, Martin B., **92,** Ueber Blutzellenbildung in Leber und Milz unter normalen und pathologisehen Verhältnissen. in: Beitr. Path. Anat. Allg. Path. 11. Bd. p 199—233.
Schoen, W., **95,** Der Uebergangssaum der Netzhaut oder die sogenannte Ora serrata. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 417—421 T 14.
Schottländer, J., **91,** Beitrag zur Kenntniss der Follikelatresie nebst einigen Bemerkungen über die unveränderten Follikel in den Eierstöcken der Säugethiere. in: Arch. Mikr. Anat. 37. Bd. p 192—238 T 11.
— **93,** Ueber den Graaf'schen Follikel, seine Entstehung beim Menschen und seine Schicksale bei Mensch und Säugethieren. in: ibid. 41. Bd. p 219—294 T 15, 16.
Schultze, Max, **65,** Ein heizbarer Objekttiseh und seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes. in: Areh. Mikr. Anat. 1. Bd. p 1—42 T 1, 2.
— **72,** Die Retina. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. Leipzig. p 977—1034 Fig. 344—361.

Schulz, Karl, **95**, Das elastische Gewebe des Periost und Knochen. in: Anat. Hefte. 6. Bd. p 117—152 T 5, 6.

Schulze, F. E., **71**, Die Lungen. in: ibid. p 464—488 14 Figg. Leipzig.

— **96**, Zellmembran, Pellicula, Cuticula und Crusta. in: Verh. Anat. Ges. 10. Vers. p 27—32.

Schwalbe, G., **72**, Die Lymphbahnen des Auges. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 1063—1070 2 Figg. Leipzig.

— **87**, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane. in: Hoffmann, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 2 3. Abth. p 1—570. 199 Figg. Erlangen.

Schwann, Th., **39**, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin. p XVIII und 240 4 Taf.

Schwartz, Frank, **87**, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. in: Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn. Bd. 5. Heft 1. p 1—244 8 Taf.

Schweigger-Seidel, F., **65**, Die Nieren des Menschen und der Säugethiere in ihrem feineren Baue. p 1—92 4 Taf. Halle.

— **71**, Das Herz. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 177—190 5 Figg. Leipzig.

Schuberg, A., **91**, Ueber den Zusammenhang der Epithel- und Bindegewebszellen. in: Sitz. Ber. Physik. med. Ges. Würzburg. p 60—66.

— **93**, Ueber den Zusammenhang verschiedenartiger Gewebezellen im thierischen Organismus. in: ibid. p 44—51.

Seipp, Ludwig, **95**, Das elastische Gewebe des Herzens. in: Anat. Hefte. 6. Bd. p 63—116 T 3, 4.

Smirnow, A., **88**, Ueber die Zellen der Descemet'schen Haut der Cornea bei Vögeln. in: Protokoll Ges. Naturf. Universität Kasan (Beilage) Nr. 101 4 pagg. (russisch).

Sobotta, J., **91**, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Uterusmuskulatur. in: Arch. Mikr. Anat. 38. Bd. p 52—100 T 1.

— **96**, Ueber die Bildung des Corpus luteum bei der Maus. in: Arch. Mikr. Anat. 47. Bd. p 261—308 T 15—17.

— **97**, Ueber die Bildung des Corpus luteum beim Kaninchen etc. in: Anat. Hefte. Abth. 1. 8. Bd. p 471—521 T 42—48 1 Textfig.

Solger, B., **89**, **1**, Zur Struktur der Pigmentzelle. in: Zool. Anzeiger 12. Jahrg. p 671—673. Fig.

— **89**, **2**, Ueber Knorpelwachsthum. in: Fortschr. Med. 7. Bd. p 849—855 1 Fig.; auch in: Verh. Anat. Ges. 3. Vers. Berlin 1890 p 67—71.

— **89**, **3**, Kohlensaures Ammoniak, ein Mittel zur Darstellung des Sarkolemmas. in: Zeit. wiss. Mikroskopie. Bd. 6 p 189.

— **91**, Zur Kenntniss der Pigmentzellen. in: Anat. Anzeiger 6. Jahrg. p 162—165 2 Figg.

— **92**, Zelle und Zellkern. in: Thiermedizin. Vorträge. 61 pagg. 1 T. Leipzig.

— **96**, Ueber den feineren Bau der Glandula submaxillaris beim Menschen mit besonderer Berücksichtigung der Drüsengranula. in: Festschrift f. C. Gegenbaur. 2. Bd. p 181—248 2 T.

Spalteholz, W., **93**, Die Vertheilung der Blutgefässe in der Haut. 1. in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. p 1—54 T 1—6.

Spengel, J. W., **85**, August Becker's Schlittenmikrotom. in: Zeit. wiss. Mikroskopie. 2. Bd. p 453—459.

Steiner, Herm., **92**, Ueber das Epithel der Ausführungsgänge der grösseren Drüsen des Menschen. in: Arch. Mikr. Anat. 40. Bd. p 484—497 T 27.

Stieda, Ludwig, **72**, Die Bildung des Knochengewebes. Festschrift. Leipzig. p IV und 1—45 1 Taf.
— **87**, Ueber Haarwechsel. Biol. Centralbl. Bd. 7 p 353—363 und 385—394.
Stöhr, Ph., **84**, Ueber Mandeln und Balgdrüsen. in: Arch. Path. Virchow. 97. Bd. p 211—236 2 Taf.
— **87**, Ueber Schleimdrüsen. in: Fest-Schrift Kölliker. Leipzig. p 421—444 T 17.
— **89**, Ueber die Lymphknötchen des Darmes. in: Arch. Mikr. Anat. 33. Bd. p 255—283 T 17, 18.
— **96**, **1**, Lehrbuch der Histologie. XII und 383 pagg. 260 Figg. Jena (7. Auflage).
— **96**, **2**, Ueber Randzellen und Sekretkapillaren. in: Arch. Mikr. Anat. 47. Bd. p 447—461 T 22.
Stoss, A., **91**, Konstruktion eines Kühlmessers. in: Zeitschr. wiss. Mikroskopie. Bd. 8 p 310—313 1 Fig.
Strasburger, Eduard, **84**, Die Kontroveısen der indirekten Kerntheilung. in: Arch. Mikr. Anat. 23. Bd. p 246—304 T 13, 14.
Streiff, J. J., **97**, Ueber die Form der Schilddrüsen-Follikel des Menschen. in: Arch. Mikr. Anat. 48. Bd. p 579—586 T 27.
Stricht, Omer van der, **87**, Recherches sur le Cartilage hyalin. in: Arch. Biol. Tome 7 p 1—92 T 1—3.
— **92**, Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. in: ibid. Tome 12 p 199—344 T 7—12.
— **93**, Nature et division mitosique des globules blancs des Mammifères. in: Verh. Anat. Ges. 7. Vers. p 81—92 11 Figg.
Teichmann, Ludwig, **61**, Das Saugader-System vom anatomischen Standpunkt bearbeitet. p XII und 1—124 18 Taf. Leipzig.
Tettenhamer, Eugen, **93**, Ueber die Entstehung der acidophilen Leukocytengranula aus degenerirender Kernsubstanz. in: Anat. Anzeiger 8. Jahrg. p 223—228.
Thoma, Richard, **91**, Eine Entkalkungsmethode. in: Zeit. wiss. Mikroskopie. 8. Bd. p 191—192.
Toldt, Karl, **88**, Lehrbuch der Gewebelehre. 3. Aufl. 208 pagg. 210 Figg. Stuttgart.
Tomarkin, E., **93**, Lieberkühn'sche Krypten und ihre Beziehungen zu den Follikeln beim Meerschweinchen. in: Anat. Anzeiger 8. Jahrg. p 202—205.
Tornier, Oskar, **86**, Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien. in: Arch. Mikr. Anat. 27. Bd. p 181—191 T 9.
Triepel, Hermann, **96**, Das elastische Gewebe in der Wand der Arterien der Schädelhöhle. in: Anat. Hefte. 7. Bd. p 191—214.
Unna, P. G., **83**, Entwickelungsgeschichte und Anatomie (der Haut). in: Handb. spez. Path. Therapie, Ziemssen. 14. Bd. 1. Hälfte p 1—114 19 Figg.
— **91**, Notiz betreffend die Taenzer'sche Orceinfärbung des elastischen Gewebes. in: Monatschr. prakt. Dermatol. 12. Bd. p 394—396.
Valette St. George, von la, **67—87**, Abhandlungen über Spermatogenese bei verschiedenen Thieren. in: Arch. Mikr. Anat. 3. Bd. p 263; 10. Bd. p 495; 12. Bd. p 797; 15. Bd. p 261; 25. Bd. p 581; 27. Bd p 1; ibid. p 385; 28. Bd. p 1; 30. Bd. p 426.
Virchow, R., **50**, Einige neue Beobachtungen über Knochen- und Knorpelkörperchen. in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg. Bd. 1 p 192—197.
Waldeyer, W., **70**, Eierstock und Ei. VI und 174 pagg. 6 Taf. Leipzig.
— **71**, Eierstock und Nebeneierstock. in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker. p 544—580 8 Figg.
— **72**, Hörnerv und Schnecke. in: ibid. p 915—963 19 Figg. Leipzig.

Waldeyer, W., **74**, Mikroskopische Anatomie der Cornea, Sklera, Lider und Conjunctiva. in: Graefe u. Saemisch, Handb. ges. Augenheilk. Bd. 1 Th. 1 p 169—264.

— **75**, Ueber Bindegewebszellen. in: Arch. Mikr. Anat. Bd. 11 p 176—194 T 9.

— **82**, Untersuchungen über Histogenese der Horngebilde insbesondere der Haare und Federn. in: Beitr. Anat. Embryol. Festgabe Jakob Henle. Bonn. p 141—163 T 9b.

— **88**, Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. in: Arch. Mikr. Anat. 32. Bd. p 1—122 14 Figg.

— **91**, Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems. in: D. Med. Wochenschr. 17. Jahrg. Nr. 44 ff. 64 pagg. (Separat.) 10 Figg.

Weigert, C., **91**, Zur Markscheidenfärbung. in: D. Med. Wochenschr. Nr. 42 9 pagg. (Separat.)

— **95**, Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia. in: Abh. Senkenb. Ges. Frankfurt a. M. 19. Bd. p I—VI und 65—213 13 T.

Weismann, Aug., **61**, Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln nach Beobachtungen am Frosch. in: Zeitschr. ration. Medizin 3. Reihe. Bd. 10 p 263—284 T 6, 7.

Weldon, W. F. R., **85**, On the suprarenal Bodies of Vertebrata. in: Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 25 (N. S.) p 137—150 T 11, 12.

Werther, M., **86**, Beobachtungen über die Absonderung der Salze in Speicheldrüsen. in: Arch. Phys. Pflüger. 38. Bd. p 293—311.

Wolters, M., **91**, Zur Kenntniss der Grundsubstanz und der Saftbahnen des Knorpels. in: Arch. Mikr. Anat. 37. Bd. p 492—512 T 25.

Zenker, K., **94**, Chromkali-Sublimat-Eisessig als Fixirungsmittel. in: München. med. Wochenschr. Jahrg. 41 Nr. 27 p 532—534.

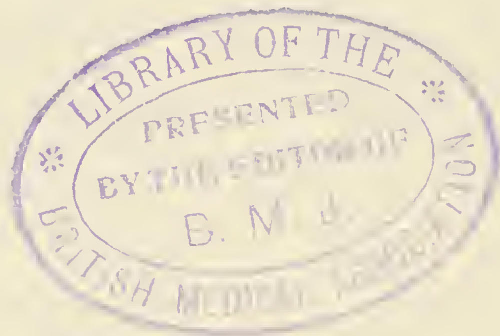
Ziegler, H. E., **92**, Ueber die embryonale Anlage des Blutes bei den Wirbelthieren. in: Verh. D. Z. Ges. 2. Vers. p 18—30 3 Figg.

Ziegler, H. E. u. F., **92**, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte von *Torpedo*. in: Arch. Mikr. Anat. 39. Bd. p 56 - 102 10 Figg. T 3, 4.

Zimmermann, A., **95**, Das Mikroskop. Ein Leitfaden der wiss. Mikroskopie. p I—VIII und 1—334 231 Figg. Leipzig und Wien.

Zimmermann, K. W., **93**, Studien über Pigmentzellen. 1. Ueber die Anordnung des Archiplasmas in den Pigmentzellen der Knochenfische. in: Arch. Mikr. Anat. 41. Bd. p 367—389 T 23, 24.

Autoren- und Sach-Register.



Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

